

港灣報導



季刊NO.21

要 目

- 基隆港務局目前正進行之工程概況
- 台中港港埠建設工程概況
- 高雄港務局目前正進行之工程概況
- 蘇澳港八十一會計年度進行工程之概況
- 港灣技術研究所八十二年度科技研究計畫簡介
- 岬灣控制工法 — 敬答薛曙生博士質疑
- 特種水中混凝土簡介
- 水性塗料與防蝕
- 港灣鋼構造物陰極防蝕之探討
- 淺談模糊集合的發展及在土木工程上的應用
- 回填造陸土壤分類與限制之探討
- 海岸土層應力分佈與下陷行為之簡介
- 本所HP工作站功能及應用簡介
- 倉儲營運成本分析
- 淺談高雄港貨櫃碼頭裝卸作業效率指標
- 國內土木水利工程界預定舉辦活動

中華民國八十一年七月出版

台灣省交通處港灣技術研究所

目 錄

一、基隆港務局目前正進行之工程概況	1
基隆港務局工事課工務員 文傑	
二、台中港港埠建設工程概況	8
台中港務局	
三、高雄港務局目前正進行之工程概況	10
高雄港務局設計課課長 楊義忠	
四、蘇澳港八十一會計年度進行工程之概況	14
蘇澳港分局	
五、港灣技術研究所八十二年度科技研究計畫簡介...	15
編輯委員 錢爾潔	
六、岬灣控制工法 — 敬答薛曙生博士質疑.....	21
西澳洲大學土木及環境工程學系教授 許榮中博士	
七、特種水中混凝土簡介.....	28
亞洲水泥公司花蓮廠副研究員 李紹先	
八、水性塗料與防蝕.....	34
慶泰樹脂化學(股)研究員 沈國鵬	
九、港灣鋼構造物陰極防蝕之探討.....	38
港研所港工材料組組長 陳桂清	
十、淺談模糊集合的發展及在土木工程上的應用.....	43
港研所副研究員 謝明志	
十一、回填造陸土壤分類與限制之探討.....	45
國立海洋大學副教授 簡連貴	
十二、海岸土層應力分佈與下陷行為之簡介.....	48
港研所助理研究員 賴聖耀	
十三、本所HP工作站功能及應用簡介.....	54
港研所研究員 蘇青和	
十四、倉儲營運成本分析.....	57
港研所副研究員 朱金元	
十五、淺談高雄港貨櫃碼頭裝卸作業效率指標.....	62
港研所副研究員 單誠基	
十六、國內土木水利工程界預定舉辦活動.....	71

基隆港務局目前正進行之工程概況

基隆港務局工事課工務員 文傑

壹、淡水國內商港第一期工程計畫主要內容：

計畫位置：北起八里污水處理廠南界，南至紅水仙溪出海口北岸，縱深 1.6 公里。

工程項目：防波堤3150公尺、砂石散裝碼頭 340 公尺、工作船渠 550 公尺、新生地70公頃、道路、港池濬挖及土石方工程。

計畫進度：開工後四年內完成，而砂石碼頭則在前兩年內完成並開放營運。

工程經費：總共58億3500萬元擬由中央及省府各半負擔，省府自78年度起即配合編列預算，目前已累計編列20億7000萬元。

貳、基隆港東、西岸聯外道路工程—西一（右線）隧道工程

一、計畫緣起

民國七十六年基隆貨物總裝卸量達79,851,071公噸，較七十五年增加13,677,671公噸，其增加率20.67%，其中貨櫃裝卸量為69,834,726公噸，較七十五年全年增加12,691,665公噸，其增加率為22.1%，基隆港之貨櫃已居裝卸之大宗，迄七十六年為止，貨櫃裝卸佔本港裝卸總量之87.46%，折合20呎貨櫃已達200萬TEU；依據英國OCEAN SHIPPING CONSULTANTS 預測基隆港在公元2000年之貨櫃裝卸量將達2,971,400TEU，顯示基隆港發展之潛在需求。

基隆港為因應此項需求，已擬定計畫將部份雜貨碼頭改建為貨櫃碼頭及興建內陸運輸。內陸運輸方面，由於基隆市區現有道路面積狹小，可供發展之空間不足，碼頭改建後所增加之貨櫃內陸運輸量，不僅增加市區道路負荷，且降低道路服務水準，使無法達到流暢

之目的，因此急須另闢港區聯外道路，以避開市區，直接銜接高速公路，以確保貨櫃內陸運輸流暢，建立高效率之道路路網，而達貨暢其流之目的。

本工程計畫乃針對基隆港內陸運輸需求，避免產生瓶頸，配合貨櫃化運輸快速成長及未來東、西岸貨櫃碼頭增建，研擬可行之改善方案，以建立便捷的港區貨物內陸運輸網路，以適應各年期營運之需求。本隧道工程為西岸聯外道路之一，起點為本港光華地磅，迄止市區中華路，全長471公尺，引用新奧地利隧道施工法 NEW AUSTRIAN TUNNELLING METHOD 施工，是為本港西岸第一貨櫃中心南下連接基金公路與第二高速公路的第一座隧道。

二、計畫內容與期程

將本港港區與市區中華路間之小山丘貫穿，開挖成高7.1公尺寬11公尺之馬蹄形隧道，工期670日曆天，自七十九年九月十二日開工，預計至八十二年一月完工。其工程概要如下：

(一)東口路整48公尺。

(二)為防止東洞口上方邊坡滑動危及軍方營區，設置高

6公尺，長31.3公尺擋土牆一座。

(三)隧道主體長418公尺。

(四)西口路整5公尺。

三、經費需求

本工程由省府交通建設基金與中央補助款共同投資二億七千零六十四萬七千餘元，分列七十九、八十、八十一年度預算辦理（七十九年度一億零二百二十二萬六千餘元，八十年二千五百七十八萬陸千餘元、八十一年度一億二千七百七十四萬一千餘元。）

四、工程執行概況（截至八十一年四月底）

(一)東洞口引道開挖25000公方。

(二)隧道開挖長381公尺。

1. 洞門結構開挖160公方。

2. 隧道主體部份：岩體開挖34,091公方，鋼支堡架設111組，噴凝土9,400平方公尺。

3. 東洞門及支堡基樑混凝土灌漿1,392公方。

4. 隧道內襯砌混凝土灌漿278公尺長。

五、計畫效益

基隆港東、西岸聯外道路

之建設，基本上係肇因於基隆市路網容量不足，加上基隆港進出貨物之運輸需求後，車流即因擁塞而發生延滯。一方面反過來影響基隆港之吞吐效率，一方面也造成基隆市活動之不便。聯外道路建設後，即可疏解原有路網之負荷，增加車流之流通效率。

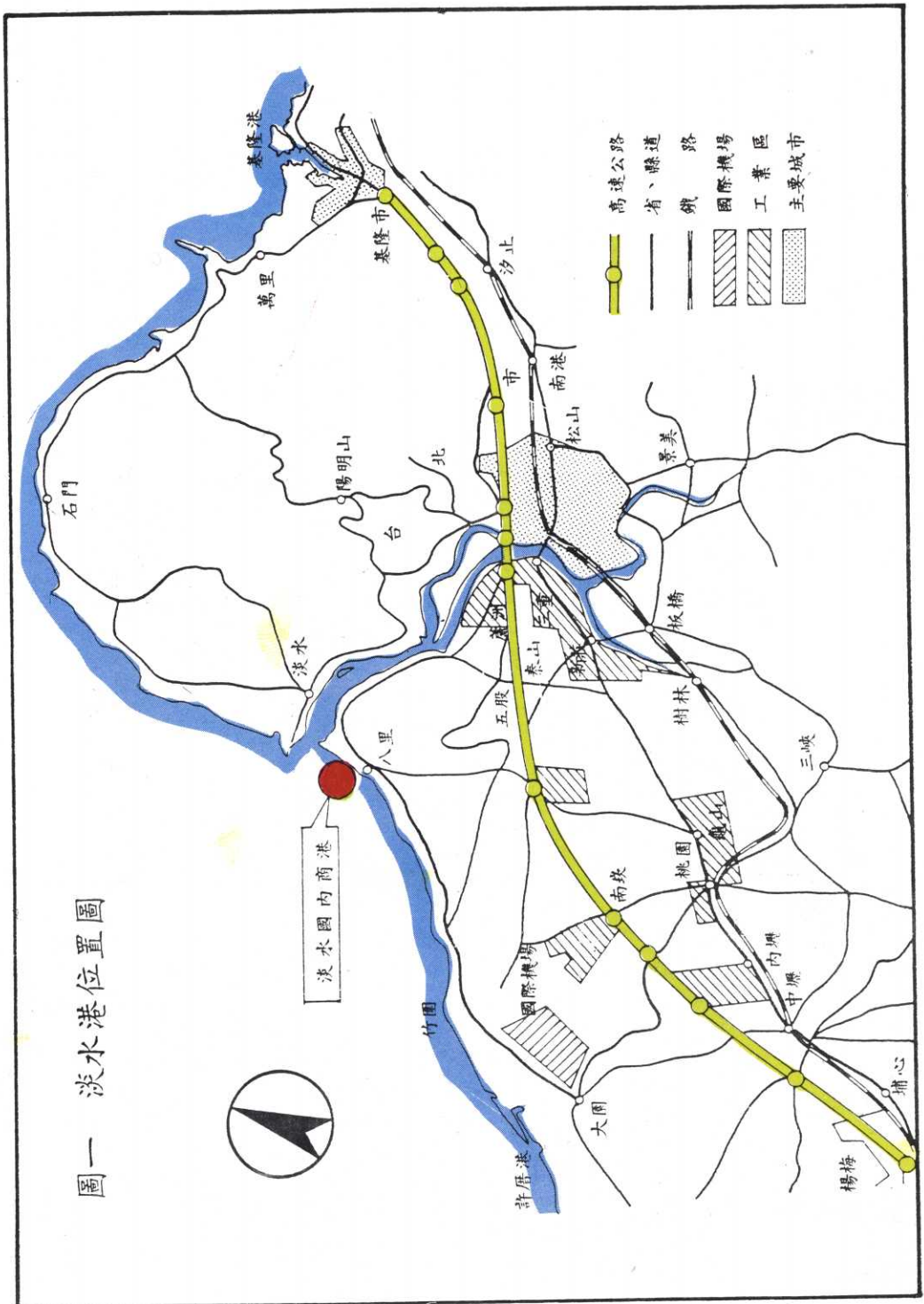
因此，基隆港聯外道路建設之直接效益即為因改善交通而得到之效益；間接效益則為因改善道路交通，而增加基隆港吞吐效率所產生之效益。直接效益主要有節省車流行駛時間，及減少車輛耗用油料兩項；間接效益可由提高船席使用率，及減少船舶等候時間表示之。

另外尚有促進地區開發，及因此項公共投資所產生之乘數效果 MULTIPLIER EFFECT 等社會效益。

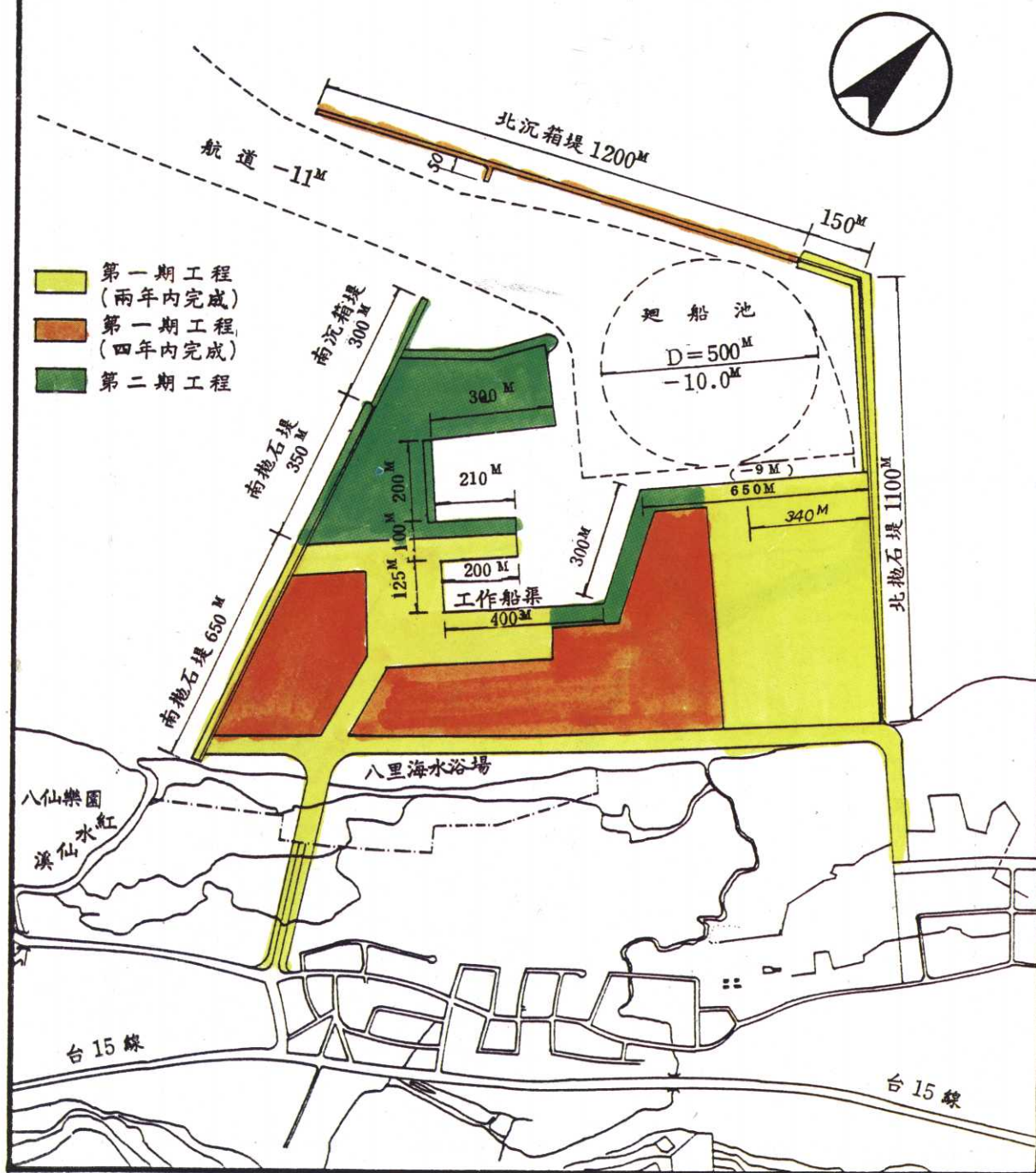
六、結論

由於國際經濟景氣持續熱絡，產業及經貿活動蓬勃發展，基隆港裝卸量每年均大幅成長。基隆市市區道路面積狹小，而且可供發展空間不足，欲利用現有市區道路以供港區內陸運輸需要，將更增加市區道路之負荷，無達法到流暢的目標，必須另闢港區聯外道路，建立高效率道路標準，將港區與高速公路或其他幹道連成一體，方能適應各年期營運之需求。

圖一 淡水港位置圖



淡水國內商港平面佈置圖





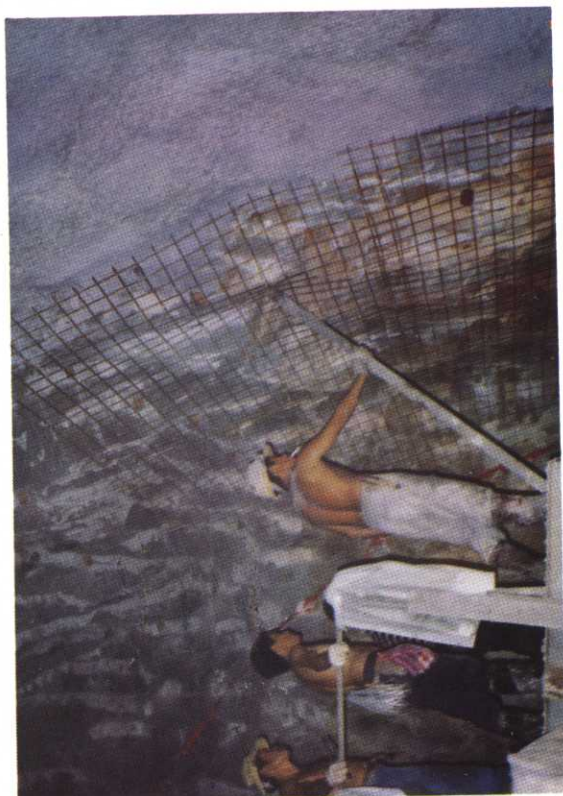
防水膜試驗



岩栓拉拔試驗

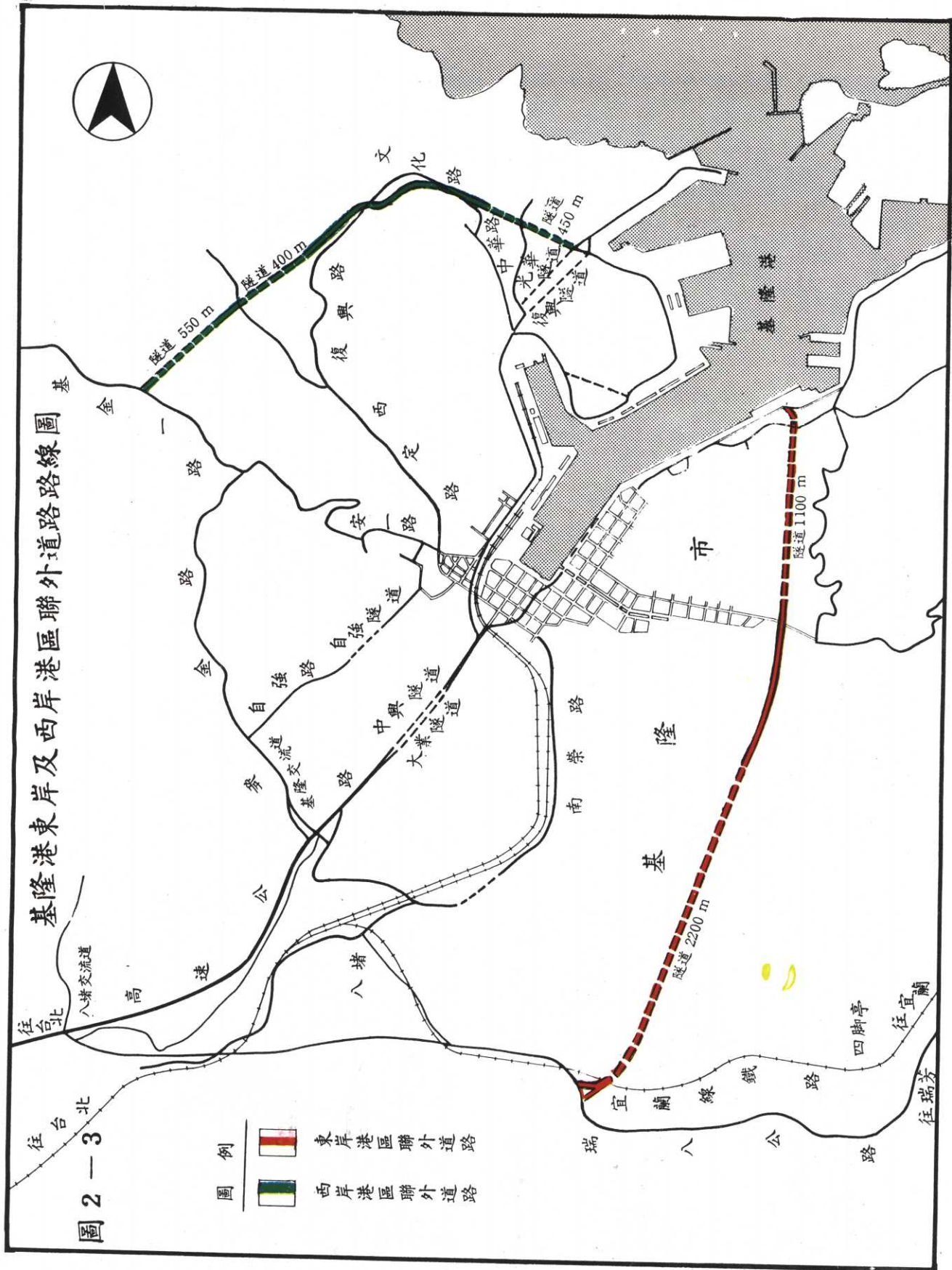


洞門完成



洞內支撐噴凝土施工

基隆港東岸及西岸港區聯外道路路線圖



台中港港埠建設工程概況

(資料由台中港務局提供)

台中港為一新興之國際商港，港區遼闊，腹地廣及中部八縣市，內陸交通系統發達，宜發展為大宗貨物之進口港，以紓解并平衡南北交通運量。茲將台中港目前重要港埠建設分述如下：

(一)繼續辦理港口擴建工程：

台中港在冬季期間由於季節風強勁，領港人員出港登輪困難，且港口設計原係以巴那馬極限型為最大進港船舶，因此，為保障領港人員登輪安全及肆應船舶大型化之趨勢，本局於七十六年七月起進行港口擴建工程。主要內容包括延伸北防波堤八百五十公尺，拓寬港口寬度至四百公尺及浚深航道等，全部工程經費三十七億七千萬元，預訂於八十四年六月完工。

(二)辦理台中港北側淤沙區整治第一期工程：

台中港北側淤沙區在退潮後露出大片沙灘，在冬季期間因受東北季風吹襲，形成飛沙，不但影響港區作業，並造成航道及港池淤淺，危及船隻航行安全。本局為澈底改善，乃研訂整治工程第一期計畫並奉准辦理，目前正進行施工，全部工程經費七億九千萬元，於八十年七月開工，預訂八十二年六月底完工。完成後除可大幅改善飛沙危害外，并可填築新生地約一一六公頃，供港埠未來發展之用。

(三)籌辦第二階段建港第一期工程：

配合行政院推動國家建設六年計畫，本局已報奉行政院原則同意進行第二階段建港第一期工程計畫。其主要項目包括：增建商港碼頭四座、興建客運中心、第二貨櫃中心、穀倉、以及整建工作船渠、辦理港區污水系統整治、拓寬臨港

道路南段以及進行工業專業區開發等工程。其中於八十二年度開始辦理之項目計有：

1. 工業專業區開發工程：

本局為配合台電公司在台中港南端興建台中火力發電廠，特辦理工業港區開發計畫，除部份新填築土地提供台電公司設廠外，其餘計畫開發為鋼鐵相關工業專業區，藉以推動臨港工業發展，進而創造更多貨源及港航需求，加速台中港繁榮。本項計畫所需經費及開發管理均擬委託公營機構籌措辦理，現正由交通處籌組開發委員會積極辦理開發事宜。預計於八十四年六月開發完成。

2. 十六及三十號碼頭新建工程：

為紓解台中港船貨擁擠，以及因應台中港營運量逐年成長需要，計畫興建兩座散雜貨碼頭，可增加營運能量一一〇萬噸，並利用浚挖港池及航道產生之泥沙回填新生地，供港埠發展之用。全部工程經費九

億九千萬元，預訂於八十一年七月開工，八十四年六月完工。

3. 工作船渠及淺水船渠整建工程：

為避免港勤船長期佔用深水船席，增加商港碼頭有效利用，及便於港勤船隻管理調度，本局將整建現有工作船渠及淺水船渠，包括興建棧橋三座、淺水碼頭乙座、平台船三艘及將水域浚深至七公尺。全部工程經費二億七千八百萬元，預訂於八十一年七月開工，八十四年六月完成。

4. 污水系統第一期新建工程：

本項工程包括興建西碼頭區污水管線系統、擴建現有港區污水幹管、建立船舶廢棄物收受處理系統及興建港區污水二級處理廠等，以保持港區水域清潔，提升國家良好形象。八十二年度擬先辦理工程規劃設計事宜。預計於八十三年七月開工，八十六年六月完工。

高雄港務局目前正進行之工程概況

高雄港務局設計課課長 楊義忠

壹、高雄港第五貨櫃中心新建工程

1. 概要：

世界航運朝向貨櫃運輸發展以來，傳統海運之模式逐漸勢微。高雄港迄七十八年底止，貨櫃運輸量已達三三八萬TEU，躍居世界第二大國際貨櫃港，幾為遠東區最大貨櫃轉運樞紐。衡諸貨櫃運輸仍不斷地蓬勃發展，而台灣正位處亞太中心，為建立貨櫃運輸持續發展需要，高雄港第五貨櫃中心闢建計劃仍配合我國六年國建計劃被適時提出並付諸執行，使高雄港成為名符其實之貨櫃大港，提昇我國之國際地位。

高雄港第五貨櫃中心計劃闢建多用途碼頭一席及深水貨櫃碼頭七席，碼頭編號為七十四至八十一號、船席總長二六五四公尺；七十四號碼頭水深十三公尺長三一四公尺，七十

五、七十六號碼頭共長六四〇公尺，八十、八十一號碼頭共長六七〇公尺其水深均為十四公尺，七十七至七十九號碼頭水深十五公尺共長一〇三〇公尺。七十四號碼頭設重件裝卸作業平台，貨櫃碼頭後線場地均採門式吊運機作業系統規劃，每座碼頭設置兩部貨櫃起重機，視作業量得予增設。七十七至七十九號碼頭水深十五公尺將配置大型高速超級貨櫃起重機。本中心後線腹地廣達一一〇餘公頃，按最大作業能量規劃。

2. 工程經費：新台幣一六〇餘億分列七十八年至八十七年度預算支應辦理。

3. 預期效果：

高雄港歷年之進出口貨櫃量，從民國66年357,249TEU到民國78年3,382,511TEU，共成長9.5倍，約佔全省總貨櫃裝卸量5,263,091TEU之62%，基於我國經濟

持續發展及國民生產毛額逐年提高，預期爾後數年將再繼續成長。第五貨櫃中心規劃有八座碼頭，其中七十四號碼頭為多用途兼重件碼頭外，餘均規劃為貨櫃碼頭，因此按七座正規貨櫃碼頭來分析碼頭能量，高港目前第一貨櫃中心有碼頭四座，由於場地面積僅10公頃，其營運能量僅可視為相當於一座正規貨櫃碼頭能量；第二貨櫃中心有井63～井66四座碼頭，第三貨櫃中心有井66～井70三座碼頭，第四貨櫃中心有井116～井122七座碼頭，既有貨櫃碼頭共有十五座，至於第五貨櫃中心預估在民國八十三年完成井75～井77等三座，到民國八十八年再完成井78～井81四座，屆時高雄港將有22座貨櫃碼頭。根據民國七十六年交通運輸計劃研究所之「台灣地區國際港埠營運與管理初步研究」，指出貨櫃船（1846TEU）其單位時間之船舶等待成本為新台幣740,000元，而單位時間之船席閒置成本為410,000元。但第五貨櫃中心係以第四代貨櫃船為對象，若以3,000TEU計算船舶每日等待成本，而利用GOSS & MANN（1980）所估之彈性參數，其單位時間之船舶等待成本為776,000元，根據上述資料，以不同時期之船席數，

且利用試誤法求出總閒置成本為最低時之船席使用率，即為最適船席使用率。高雄港第五貨櫃中心各碼頭陸續完成啓用後之最適使用率介於0.7608～0.7865之間，預估第五貨櫃中心之裝卸低能量為1,224,225TEU，裝卸高能量為1,508,243TEU，依本港貨櫃量預測值至民國八十八年總貨櫃裝卸量可達5,320,004TEU，經與第五貨櫃中心分期興建完成後之高低能量比較；至民國八十八年高雄港總貨櫃裝卸低能量為5,735,945～6,500,737TEU；裝卸高能量為7,066,684～8,008,098TEU，均高於預測裝卸量5,320,004TEU，足敷營運成長之需。投資效益係以營造成本與營運收益比較評估，依據成本貼現率7.5%，年租金每月調整百分之一，長期物價每年平均調整百分之三，土木結構壽年四十年，機械使用壽年十五年，以淨現值法、益本比法及內部投資報酬率法分別求出累積效益部份之情形為累積各年成本之現值為13,288,010仟元、累積淨效益為17,215,310仟元、累積淨現值為3,927,296仟元；益本比1.296；內部投資報酬率10.084%，投資回收年限為22.629年，本計劃執行完成後，將增加貨櫃裝卸能量約為140萬TEU。

貳、馬公港港埠大樓新建工程

1. 概要：

提供客運行旅候船及本局馬公辦事處、港務警察單位辦公、勤宿、休憩空間；樹立馬公港海濱新地標。

2. 工程經費：肆億玖仟伍佰萬元。

3. 工程內容：

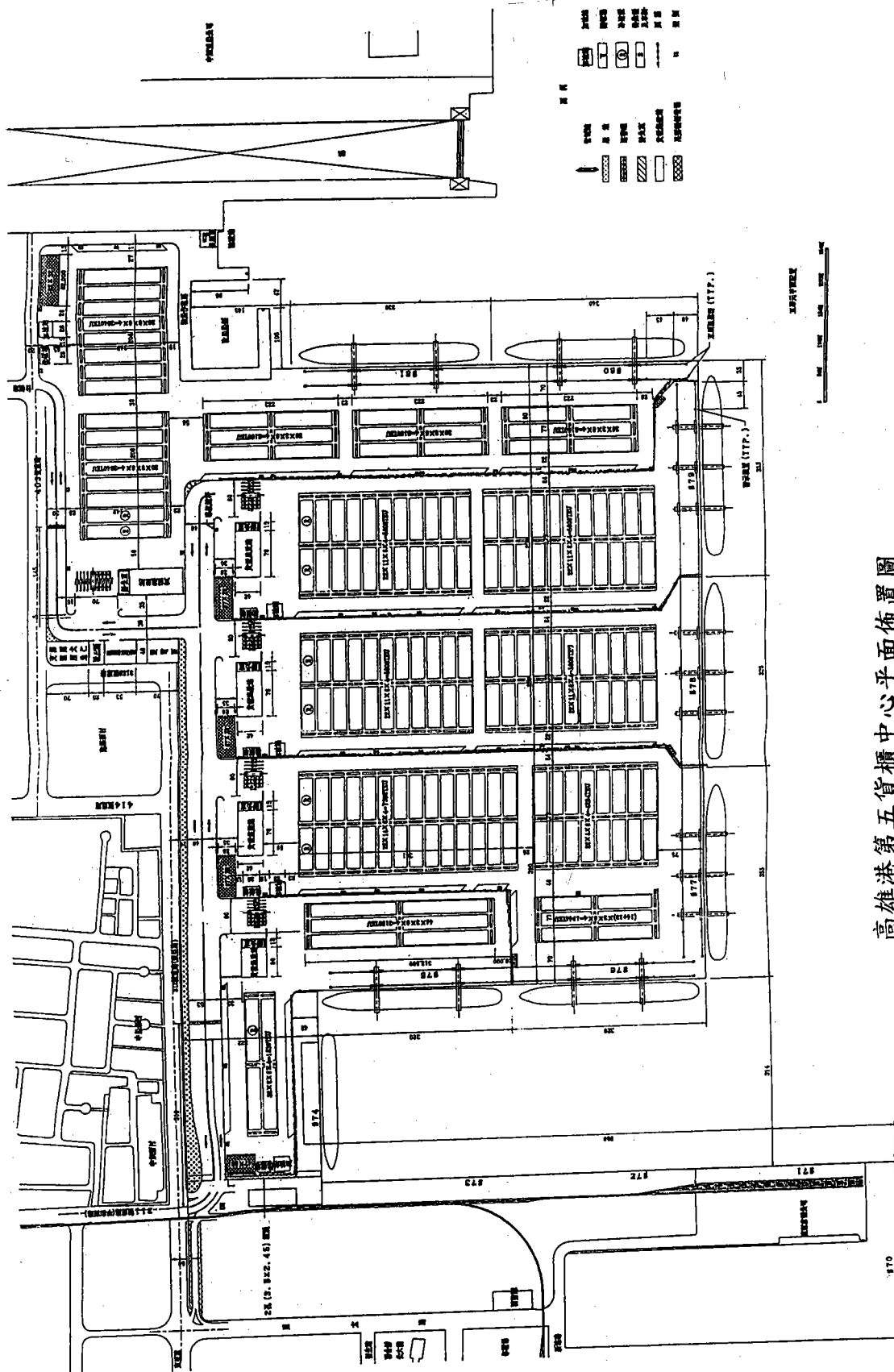
本工程新建地下兩層、地上十四層，總樓地板面積 12,679 平方公尺之鋼筋混凝土構造建築物乙棟，包括給排水、衛生、消防設施，電氣設備、中央監控設備、空調設備、電梯六部、電扶梯

二部、各項設設施新穎完備，內部空間規劃有候船室(一～四樓)、港務行政辦公室(五樓)、大型會議室(六樓)、港警辦公室、員警勤舍、交誼、休憩室(七～八樓)招待所(九～十一樓)、餐廳(十二樓)、觀海樓(十三樓)，屋頂蓄水池(十四樓)等多用途型公共高層大樓建築。

4. 預期效果：

本大樓為一橢圓型建物具海陸交通之節點意象，樹立臨港地標，提昇客運服務品質。

5. 開工日期：八十年十月卅日 預定竣工日期：八十三年六月



高雄港第五貨櫃中心平面佈置圖

蘇澳港八十一會計年度進行工程之概況(資料由蘇澳港分局提供)

工 程 名 稱	工 程 概 要	工 程 經 費 (元)	預 期 效 果
蘇澳港機具廠棚新建工程	新建機具廠棚乙座，包括辦公室、材料室、工具室、配電室、修護廠、機具停車場等面積共計1,462㎡	17,784,700	1.本廠完工後可減少機具庫儲所增加之保養 2.可提供機具修護之場所並提高修護保養之能力
蘇澳港#6、#7碼頭管格除極防蝕工程	焊裝鋁合金防蝕塊360塊，30排鋼管格(本工程分三年編列預算施工，本年為最後一年)	5,330,000	1.可延長碼頭鋼管格使用 2.降低碼頭管格之保養費用 3.可減低鋼管格銹蝕、洞穿情況、增加碼頭安全 4.可減少碼頭因管格維修停用時間，增加港埠營運收入
蘇澳港南外堤胸牆改善工程	本工程計畫將原已鬆動之胸牆610m分四年拆除改建為消波胸牆，本年為第三年，計改善150m	11,900,000	1.提高堤身安全性 2.有效減少越波量 3.降低因越波而在堤內產生之傳遞波高 4.提高港內各水域穩定度
蘇澳港貯木池護岸改建工程	本工程係配合海關、保七總隊為加強緝私，防偷渡護漁任務及中油便利蘇澳港商船加油需用碼頭供油駁船靠泊，利用貯木池部份護岸改建為碼頭供其靠泊，計改建碼頭三座，長約290m，其工程概要如下： 1.水深不足部份護岸拆除，清淤後新建碼頭約40m 2.水深足夠部份加做曲柱，護墩等靠泊設施 3.新做碼頭面及電信管路等。	18,996,000	1.該三單位有專用碼頭靠泊即不需佔用營運碼頭，可增加營運碼頭調配空間 2.因該三碼頭為租用可增加本分局收入

港灣技術研究所八十二年度 科技研究計畫簡介

編輯委員 錢爾潔

1. 港灣及海岸構造物設計基準研究

為配合現行設計之需要，以及適時導入新的設計理念，本研究擬以二年之時間進行設計基準中有關防波堤及堤防之設計基準研究。

由於現行之設計標準主要係將波浪以規則波來處理，使得作用於結構物之波壓與現有之差距，造成設計上的困擾，為解決此問題，將蒐集國內外有關此方面之研究成果，並配合我國之港灣特性，設計一適合我國特性之防波堤及堤防的設計基準，作為今後設計者從事防波堤設計及海堤設計時之依據。

2. 棧橋式碼頭設計自動化之研究 (I)

棧橋式碼頭設計自動化之研究，預訂分二階段執行，即

基本設計及細部設計，本次擬針對基本設計方面進行，由於棧橋分段之大小及基樁之間隔佈置，對工程施工及費用均有影響，同時斜坡坡度及形狀對基樁長度亦有關連，因此本研究擬對此基本設計部份作深入之探討，以求解最適之棧橋配置，同時，對基樁斷面等之應力檢討，亦作初步之解析，最後亦期能建立一標準格式之設計流程，作為今後從事棧橋設計者共同之依據。

3. 台灣各港區棧埠設施合作興建免租使用年限計算公式之研究

為因應未來棧埠業務民營化的趨勢，如何吸引民間業者合作投資碼頭倉棧設施參與經營，一個客觀合理的免租使用年限的計算公式確有必要。

本計畫將蒐集現有國內公、民營合作投資興建棧埠設施免租使用年限案例，並參考現

有租金費率結構作有系統的整理分析，以期訂定出一能兼顧國家整體經濟利益，同時又能提供合作投資的民間業者回收保證及合理報酬的免租年限計算公式，以有效引進民間資金，促進港埠發展。

4. 台灣四周海象、氣象調查研究

本計畫為長期性的研究發展工作，本年度繼續上年度計畫，擬進行行

(一)台灣四周海象、氣象觀測站中除基隆港、蘇澳港、花蓮港、高雄港等四個波浪觀測站分別由四個港務局負責外，台中港觀測站由本所負責，最後由本所使用海氣象自動傳輸與接收擷取系統，由數據機經由電話線傳輸到本所轉換裝置取出資料再加以分析後分送有關單位參考。

(二)本年度選擇花蓮港與蘇澳港配合港外波浪觀測同時進行港內波浪調查，因為蘇澳港自啓用以來時有盪漾情形發生，使船隻作水平往後移動造成困擾。花蓮港漁港部份附近亦有盪漾狀況發生，其

原因推測為入侵波浪之群波效應產生長波，該長波受限於港池大小形狀、能量無法消散而與港池週邊反射波合成所致。本研究擬以壓力式波浪儀在颱風可能侵襲前作有系統地點位變動量測，期能找出較嚴重之盪漾位置。並探討消除或減少盪漾程度之可能方案。

(三)本年度選擇二至三處海域作短期波浪及海流實測。

(四)將蒐集所得之波浪、海流、風速、颱風、潮汐等資料依標準格式建成資料庫，並分析研究其意義，提供有關機構作規劃、設計及研究發展之用。

5. 台灣西海岸沖淤調查研究

此為長期性基本研究計畫，按台灣西海岸目前已進入侵蝕期，為確保沿岸海域開發及利用，本所擬選定某些特定區繼續進行現場海岸線及水域水深測量，並配合現場實測風速、波浪、潮流等自然資料分析，俾探討海岸侵蝕，淤積成因，期建立沿岸輸沙量與自然條件之函數相關性與數值模式，進而預測海岸地形變化，俾事

先研擬防蝕對策及預作海域空間利用等開發工作。

6. 邊界混合過程影響漂沙實驗

本計畫為跨年度計畫，將以實驗方法探討影響海岸沈積物離岸搬運的一種特殊動力過程，並建立由此過程所導致沙搬運速率的關係式，其結果將對海岸地形變化的分析以及防波堤和防沙堤的設計等有很大的幫助。

此動力過程是由邊界混合層內懸浮沙粒產生有效內外密度差，因而引起底部沿斜坡往外之密度流（表層的水將自外海向岸邊補充），此種密度流除本身把懸浮沙粒往深海傳送外，亦使沈積在底部較重的沙粒在剪應力與波力共同作用下向外傳送。

為估計上述的效應，本實驗將在一個五米長水槽內進行，邊界層將以振動一塊沿斜坡放置的粗糙面或一組網格陣列來產生，此邊界層雖與實際在自然界由碎波或流所產生者不盡相同，但由本實驗所獲得的半經驗公式，若其參數用現場實測值帶入，將可直接應用於

自然界。

7. 平緩沙灘碎波帶內波浪、流沉以及漂沙特性研究

本研究計畫為一長期性的研究發展工作，擬探討台灣西海岸平緩沙灘碎波帶內波浪、流沉以及漂沙特性研究。本年度擬繼續第一年研究工作於台中港北防沙堤以及北防波堤間平緩沙灘段，在零水位線以下碎波帶內五根預力樁繼續設置風速計、波浪儀及流速計等海象觀測儀器以長期觀測記錄，並配合濁度計用以量測不同斷面與水深漂沙懸浮質濃度以建立風、波浪、流以及漂沙懸浮質間相關特性，研究成果將可提供數值模式參考，俾作海岸線以及水深地形變化預測工作。

8. 台灣北部海岸環境之調查研究

波浪、潮汐、海流等構成了海岸環境的重要影響因素。本研究為在臺灣北部海岸就上述各條件作現場之調查及資料蒐集分析工作，所得結果將來可作為臺灣北部海岸開發、港灣建設及海岸污染防治等之規

畫設計依據。全程計畫為三年，本年度係全程計畫之第二年，計畫內容主要為延續上年度之各項海岸現場海象氣象之調查與資料蒐集分析。此外，海岸流沉數值模擬之建立亦在研究之列。

9. 台灣各港區地質調查分析與資料建檔研究

大地工程調查及分析資料對港灣工程規劃及設計極為重要，若有完整而正確之大地資料，則不但在工程規劃階段，可提供整體開發、工址選定及可行性評估之依據，且在設計階段可避免基礎工程失敗或設計過於保守而導致工程浪費。本研究計畫將搜集台灣五大港口之現有地質資料，加以有系統的整理分析，並視實際情況需要加以補充，建立各港區完整的大地工程資料檔。

10. 海岸土層下陷行為與預測之研究

本研究主要利用 Rowe 氏所發展之三維壓密試驗系統，針對台灣西部海岸土層，評估在不同排水方式、不同邊界條件下，土層壓縮特性與孔隙水

壓消散之相關性。並結合現地荷式錐消散試驗 (CPTU)，以期深入探討海岸土層下陷行為機制，建立合適的土層下陷問題預測模式。提供海岸結構物預估沉陷量之依據，以有效防止地層下陷區所引致工程災害。

11. 海洋鋼筋混凝土結構物修理系統評估

本計劃擬收集各種海洋混凝土結構物修補之材料、修補方法與技術等資料應用於現場及試驗室內之試驗。

以使用之修補材料諸如水泥種類、環氧樹脂等進行修理試驗，利用破壞性試驗及非破壞性試驗方法測試使用材料之效果及量測修補之效力如何；最後提出適用性之修理施工方法及管理策略。

12. 港灣鋼結構物之耐久性研究

在嚴酷的海洋腐蝕環境下，港灣構造物諸如鋼板樁、鋼管樁、棧橋．．．等容易發生嚴重腐蝕，為了確保鋼結構物之耐久性，本研究就現有各港口之鋼結構物，進行通盤性的

調查與實驗分析，了解各港口鋼結構物遭受腐蝕的情形，利用SEM（掃描式電子顯微鏡）做金相分析，了解鋼結構物破壞之形態，同時研究最佳的防蝕方法與對策，尋找鋼結構物最適合之材料與結構物設計之方法與條件等，預期今後對港灣結構物之建造與修護能規劃出防蝕、設計、施工、材料選擇等之規範，以增強港灣結構物之耐久性與安全，延長設備使用效益。

13. 波與流交互作用之研究

本研究主要在探討各種不同性質之波與流匯合作用後之流場特性，並期透過本研究建立一套理論模式，使之能應用於海岸或河口等特有邊界條件下之水理解析，進而再將研究結果提供海岸防護污染防治或其他海洋工程設計、規劃、施工等實際應用之參考。且為能充分了解波、流匯合作用後之流場特性，本研究將延續七十九至八十一年度之初步理論解析與數值計算，進一步建立規則波與不均勻流匯合作用之理論模式。

14. 透水性結構物之波能消散及港池應用研究

本研究之主要目的在探討波浪作用下透水結構物引起波浪能量消散，波浪反射、透射及透射及透水結構物內水位及水動壓之特性，並針對以透水結構物設計之港池，防波堤或離岸堤，推算受不同波浪條件作用下之共振現象及波高分佈變化，以提供工程設計之參考。本研究為三年中期計畫。

第一年之計畫主要以理論解析及數值模擬方法，分析波浪作用於長體可透水性結構物之物理特性，並配合斷面試驗對數學計算結果做驗證，經由此部分之探討，波浪與透水結構物交互作用之力學機構可進一步瞭解，並提供延續計劃進行之參考。

第二年之計畫著重在解析特殊設計之不規則或複雜型透水結構物，受波浪作用產生之消波特性，研究方法則以邊界元素法解析，並配合試驗做檢驗。研究成果同時提供第三年試驗佈置及研究重點導向之參考。

第三年之重點則引用前二

年所研究消波效益較佳之透水結構物或消波體，設計於具代表性港池或防波堤。並建立數值模式，推算新設計港池及防

波堤之共振現象及波高分佈，本研究並將評估新消波體設計在工程實際應用之可行性。

本所八十二年度代辦計畫項目：

代 辦 計 畫 名 稱	委 託 單 位
(一)中芸漁港水工模型漂沙試驗	漁業技術顧問服務社
(二)沈箱式防波堤施工中海床沖刷防治 研究—流沉調查	台中港務局
(三)高雄海域海象、氣象調查研究	交通部運輸研究所
(四)後壁湖遊艇碼頭結構審查	內政部營建署墾丁國家公園管理處
(五)高雄港貨物裝卸作業指標調查	中華港埠服務社
(六)高爐水泥對港灣混凝土結構物耐久 性及抑制鋼筋腐蝕效應研究計劃	中鋼公司
(七)基隆港碼頭鋼皮樁檢測及其維護改 善方案研究	基隆港務局
(八)港灣鋼結構物陰極防蝕之研究	匪茂公司
(九)台北都會區捷運系統荷式錐試驗	亞技顧問公司

岬灣控制工法——敬答薛曙生博士質疑

西澳洲大學土木及環境工程學系教授 許榮中博士

寫這篇文章的動機

泰興工程顧問公司的薛曙生博士，在「港灣報導」季刊第20期中，著有「防止海岸侵蝕的軟體工法和七金律」一文。該文簡要地說明了海岸工程界順應自然作規劃和設計的趨向、對軟體工法在海岸保護上的肯定、美國現有的軟體工法的介紹、和美國海斯教授（M.O.Hayes）的對抗海岸侵蝕的七金律。在提及人工岬灣法（Headland Control）時，特別以多年老友的身份，提醒筆者就六項質疑作答，期與海工界同道分享。

筆者於去年十一月開始，應國科會之聘在中興大學土木工程系研究講學，為期三個月。在這期間，曾參加國建會交通建設分組討論及主講「海岸保全的最佳工法」研習會。雖然如同薛博士所言，順應自然的軟體工法在許多已開發中的國家

，已經是一種被肯定的新趨勢；可是國內却仍然在因循日本的硬體工法。筆者對此現象有很深的感觸，因而有主講那一次研習會的衝動，兩天共12小時的勉力而為，都是想在國內播種海岸保全的軟體工法之一的「人工岬灣法」，也就是這裡所指的「岬灣控制工法」。因為筆者在多年來，從觀察靜態穩定的自然岬灣中，得到了很多順應自然的啓示，並作了一系列相關的驗證，和現場地貌的研究，更感到自然岬灣在安定狀態的曲線美。筆者希望所有海岸工程界的朋友，能互相切磋，在可能實踐的場合，讓它有表現的機會。

因為所有的海岸保護規劃都是因地制宜（Site-specific），筆者在中興大學主講「海岸保全的最佳工法」時，也不敢一概抹殺了其他現有的工法；薛博士所說的「人工岬灣真能不

論時、地的差別永遠解決海岸侵蝕問題？」，似乎語氣太重了些，筆者感到：如果有更多的海工界的朋友，能一齊來研究，這一個非常有實用價值的「模仿自然」的觀念，讓它能早日成為大家都喜愛的工法，這也是中國人的光榮。

海岸侵蝕的主因

海岸的地形與地貌，尤其是海岸灘線的幾何形狀和海底剖面的起伏與坡降，受波浪、潮流、地質和生物因素的種種影響，而隨時隨地在調整。這種互相調整的結果，視進出某一段海岸的淨漂沙量的增加或減少，而呈現淤積前進或侵蝕後退。這種侵淤的現象，可能是突發性的、間歇性的、暫時性的、或者是長期性的。一般來說，某段海岸線的淤積前進，往往是下游海岸受侵蝕的前奏；因此，我們不可把這些源自上游的漂沙視為已有，要讓所有使用海岸的朋友能分享這種自然的資源。

海岸受侵蝕的主要原因，可分為自然因素和人為因素兩大類。自然因素，包括波浪的斜向入射、暴風浪的侵襲、漂沙的流入海中深谷、和自然岬

頭的阻隔沿岸漂沙的平衡等等。人為的因素則包括：上游河川因築壩防洪或水土保持而減少沙源的供給、大量挖掘河床和河口沙石以供工程建設使用、為開拓港埠而建造長防波堤、和為便利大型船隻通行而浚深航道等等。不論那一種因素，一旦進出的漂沙量失去供需的平衡，海岸線就會受侵蝕而後退。目前國內最常發生的現象，大約可概分為上游河川水土保持做得太完善以致沙源減少、大型海岸構造物阻隔沿岸漂沙平衡、和河川沙石的大量被挖取等三種因素。

我們必須瞭解到，在某一個地區的海象大都已呈定案、不論是湧浪、季節風浪或颱風浪，這些大都是斜向入射，因此都有造成沿岸漂沙的能力。在理論上，它有能力帶走 100 立方公尺的沙，而上游祇能供給 70 立方公尺，當然海岸線會受到侵蝕了。如果，上游沙源因為某種因素被完全中斷了，後果當然可被預測得到：平直的海岸會逐漸後退，而在自然岬頭或大型海堤下游的沙岸，就會被侵蝕而成岬灣。

平常的湧浪和季節風浪的斜向作用，其帶沙的能力，應

該可以估計。反而是颱風侵襲下，把前灘和後灘挖取的沙在碎波區堆聚成的潛洲(bar)，和它所造就的海底剖面，還不到可以準確使用的程度。所以，如何來確保這些源自海灘上的沙源，會在颱風過後的最短的時間，就可以復原，也是當前海岸工程界必須加速研究的問題。一般來說，岬灣的海岸比平直的海岸來得安定，是因為這種潛洲的位置一直都在岬灣的範圍內，它的回復沙灘的能力高。

岬灣控制工法 (Headland Control)

筆者在民國77年尾，曾在成功大學水利及海洋研究所擔任客座，首度把岬灣的心得向同好推銷。那時後許多篇系列性有系統的研究，剛在起步。等到民國80年尾，到中興大學土木研究所的時候，又向前邁了一大步。這些辛苦研究的心得已經完全整理在上面提到的「海岸保全的最佳工法」研習會的專輯裏。筆者不想再此複製那些參考文獻。但值得一提是和日本建設省土木研究所宇多高明博士合作所寫的：港口防波堤延伸對下游海岸的影響

，已被荷蘭的Coastal Engineering期刊接受。再者，與Silvester合著的新書Coastal Stabilization: Innovative Concepts，即將在今年9月在美國由Prentice-Hall Inc.出版（全書約580頁）。

由於上游漂沙源失調是下游海岸受到侵蝕的主要原因。海岸保護的主要機構，應該是自然消波的海灘斷面，和配合在完全沒有上游供沙的情況下能夠自保的安定岬灣形狀。以天然的沙灘來消滅入侵波浪的能量，就是所謂的「軟體工法」，而不是以海堤及離岸堤去硬擋。薛博士在文中提到所謂的「硬體工法」並沒有帶來人們所期待的持久功效，不但失敗的例子不勝枚舉，而且造成不易解決的負面影響和問題。這些原為保護海岸的硬體結構物，在斜向波浪的作用下，因為結構物前基礎的被沖蝕挖掘，以致還要靠其他消波的措施來保護，不然該結構物本身就會崩潰失敗。如果，該結構物前方沒有足夠的沙灘寬度和土方量，去讓入侵的暴風浪去築造應有的水中潛洲，結構物之前的基礎就會引起海底比降的變深變陡，甚至被沖刷成深溝，而影響該結構物的安全。

薛博士提到幾種美國現有的軟體工法，尤其是設置後退線法、砂丘建設法、和人工養灘法，說是大受一般美國人的歡迎。事實上，構想中的岬灣控制工法兼具上面三種手法的意義，因為岬灣海岸線以「靜態平衡」的岬灣做為最後的防線，更在這條假想的防線之後，預留供給未來潛洲搬動的沙灘寬度。在已經缺乏沙灘的海岸，更需要借沙來人工養灘，以即刻造成安定的岬灣海岸形狀。筆者不能對在平直的海岸線後方預留未知的距離，當做消極的後退線，作進一步的比較；也不擬對「純養灘、再養灘」而未配合定沙結構物的人工養灘法，做任何經濟效益的分析。雖然此法在美國正大行其道，其成效僅有百分之50左右。再者，薛博士所譯海斯教授的對抗海岸侵蝕的七金律，構想中的岬灣控制法已經涵蓋了其中的第二、四、五和七項。其他三項條件的金律，雖然沒有完全適用於岬灣控制法，然而它是考慮在上游沙源完全被中斷的最壞的假想下而設計的。

現有的保護海岸的硬體工法，如海堤、護岸、突堤、離岸堤

、潛堤和人工「再」養灘，都沒有考慮到在漂沙完全中斷的情況下，能夠自己保衛自己的海岸特性。雖然這種自衛的能力，並不是絕對的；可是在靜態安定的岬灣，亦即在零漂沙條件下成立的灣岸，波浪幾乎可以在灣內的任意點都呈垂直於海岸線而入射，因此沒有沿岸漂沙的顧慮。在颱風浪作用下，每一種現有的工法都有其缺點；但仍以具有安定的曲線海岸比較有沙灘復原的能力。這一點正符合海斯教授的「金律七」。在理論上，岬灣控制工法比其他工法好，可是在沒有充裕沙源的地點却要花比一般硬體工法兩倍的造價（要造硬體的岬頭，又要抽沙或借沙來同時造灘），這也是岬灣控制法不被採用的主要原因。在已有充足沙源，却有可能受侵蝕的沙洲島灘（barrier beach），如外傘頂洲，設置岬點以安定預定的靜態岬灣，是最理想最經濟的工法了。

質疑與解釋

任何一項新觀念的建立和能被接受使用，都要經過一段相當的時間。最先是由某人倡導，接著再由許多同道的共同研究，加以改良和推廣，這也是筆者這幾年來，和 Silvester

教授共同努力的目標。薛博士所提的幾點質疑，筆者願意虛心的接受，並且謝謝「港灣報導」季刊的負責朋友能讓筆者有機會在此答覆。

(1) 岬灣控制工法的形成物理條件

自然的岬灣有大小、深淺、和動態與靜態的區分；在有沿岸漂沙的海岸，岬灣都呈動態，灣入比率較淺；在零沿岸漂沙的岬頭之間，則在卓越波浪的長期作用下呈靜態安定，其灣入率最深，並達到最終的海岸後退灣狀。岬灣之寬度大小，視兩岬或控制點之間的距離而定。動態的灣岸，受波浪能量、波向和漂沙因素的配合，其灣岸的幾何形狀不能被掌握，這是因為由平直海岸線到靜態灣岸的最終灣線之間，可能存在有幾種不同的組合曲線。反而是：僅有在靜態灣岸的最終狀況下，祇要用卓越波浪的波向就可充分地表示該狀況的曲線形狀。在這種最終灣岸線的情形下，不論波高及波浪能量大小，雖然海底剖面的比降不同，海岸線彎曲的幾何形狀却可以用筆者所推導的二階多項式來表示。在建立該公式

之前，筆者亦曾以波浪高度和波長去驗證，所求得校正量很小。如果，我們要設計一個動態的岬灣，當然所有波浪的大小和漂沙量都要考慮到；這個，筆者沒有能力辦得到，而事實上，也沒有必要如此做（因為……）。如果有朋友不相信這種說法，筆者建議他去做些模型試驗。至於潮位的問題，如果防波堤和海堤護岸，在某一段海岸都有一個設計潮位，為甚麼岬灣就有不同？不過，在高潮差的地點，岬頭如同防波堤一般，其頂高也要相對地增加了。

(2) 靜態岬灣在海岸保護的實用價值

筆者所建立的靜態岬灣經驗公式，是由綜合13個模型灣和14個現場實例而來。在現場的安定岬灣個案中，有些是受到颱風影響的，這些灣岸的波浪條件、海沙粒徑及海灘比降都不一樣。但是，在靜態條件之下，却很漂亮地與模型灣組合成可以有實用價值的關係。所以，在卓越波浪方向的作用下，我們可以有簡便可靠的設計公式；至於颱風作用下，則只需考慮海灘的適當寬度。

自然界的現象，說起來非常複雜多變；但是却由人們把它弄得更複雜了。波浪是單一波在海面上向岸前進嗎？爲甚麼我們可以一廂情願地把它單純化？是的，在大自然的海岸環境中，絕大多數的岬灣都是動態的。如果我們不知道該處海岸在零漂沙的條件下，將來海岸在有大型結構物的下游被侵蝕成灣的最終防線，那麼設立於動態灣岸（不祇一條）上的結構物就不夠安全了。薛博士認爲「動態平衡的情況尚且難求，堆砌在靜態平衡基礎上的理論和工法，其應用於實地工程之廣度，值得小心推敲。」筆者不以爲然。試問，在知道當地在零漂沙的情形下（這種現象，在目前的許多海岸環境中，大有可能；並且早已在很多地點呈現了），我們還要以硬體結構物去硬擋，以致要長期維護該結構物的免於崩潰，或者以純養灘去暫時投沙入海，也許等三幾年後又要再養一次灘？還是用最後的這條防線呢？問題是，所有發生海岸侵蝕的地方，都是人口集中而且必須保護的地區，絕不是荒野沒有人煙的偏遠海岸，因此，沒有腹地可退，錢不多辦不

了事。

筆者非常同意動態平衡的基礎難求；問題在：爲甚麼我們要考慮它呢？難道靜態岬灣沒有存在的可能？事實上，後者的存在已經不是在所謂「假設」的基礎上了。這絕對不是杞人憂天地過份保守。

(3) 人工岬頭的保護

岬灣控制法的唯一硬體結構物，是人工岬頭。人工岬的形式，若以突堤（垂直或斜向於海岸線）或離岸堤的方式而設計，當然會受到斜向入射波所形成的短峰波的影響，以致堤址被沖刷而可能不保。筆者與 Silvester 曾提出「拐杖型」(Walking Stick) 的岬頭，讓受卓越波方向的一面有足夠的海灘作保護，而在岬頭端有適當的基腳保護。國內海工界的朋友在設計上有足夠能力去滿足這種要求的。

(4) 目前的灣岸定位公式的海水面基準

筆者所推導的灣線定位經驗式，以某一水位爲準。這「某一水位」的確有些模糊的感覺。在潮差小的海岸，當然以一般工程上設計潮位爲依。在潮差很大而且海底比降平緩的地方，可以斟酌該地工程上結

構物的設計潮位和經濟的效益而定。

(5) 岬灣內海灘的比降和粒徑篩分關係

岬灣內各點向外海的海底剖面比降，目前還沒有被歸納出可以具體應用的成果。由於靜態灣岸內波浪由岬頭後方最彎曲的地點開始，由小而向下游較平直的岸線而增高，其與波浪條件相平衡的粒徑也隨著加大，海灘的坡度也隨著變陡。筆者的靜態岬灣的經驗公式，祇在灣岸海岸線上定位，雖然沿著灣岸的海床坡度的不同，已有物理現象上的認識，這還得靠海岸工程界的所有朋友來共同努力。

(6) 岬灣的大小視自然存在與人為設計而定

存在於自然界的天然岬灣，可能在天然的大岬頭下游，或在天然的離島背後，也可能是繫陸沙洲的一部份。岬頭入海愈深，其下游灣岸的深度愈大；現場的岬灣，可在10至20公里之間。反觀由工程師設計的岬灣都屬小型的尺寸，這是因為我們得精打細算，要節省工程費又要辦好差事。沒有足夠的錢，岬頭不能設在離岸遠

水深大的地點，一則這樣的靜態岬灣其灣入率大，再則一般都已沒有腹地可使用，所以工程師所能「師法自然」而設計的岬灣都不很大，充其量僅能達到1公里左右，甚至更小。至於它所能應用的自然岬灣的上限，至少可達十幾公里；讀者如有興趣，請加入這個研究的行列，一齊來量幾個自然的岬灣。

讓我們一齊來努力

薛博士能讓筆者有機會在這裡表達一些對岬灣控制工法的意見，筆者願意虛心求教，同時更期望海工界的同好，大家一齊來努力。既然我們已經肯定順應自然的趨勢，同時設法利用大自然的力量，比如造就自然安定的岬灣，來達到防護海岸環境的目標，那麼任何工法的「局部性」和「時效性」就應該好好地拿來比較。

岬灣控制法是一種要比一般工法昂貴的法（因為要硬岬又要同步養灘），可以說「沒錢免談」；但是在某些適當的條件下應該比其他工法還有利的时候，而不去採用，那就該打手板了（一笑）。

特種水中混凝土簡介

亞洲水泥公司花蓮廠副研究員 李紹先

一般混凝土的材料是水泥、水、粗細骨材及強塑劑等，藉水泥水合後產生的高強度膠體將粗細骨材結合起來成相當硬固的物質，若在未硬固之前放入水中，水泥就會隨外界的水分散出去而使粗細骨材分離開來致無法使用。特種水中混凝土係在混凝土中加入特殊化學摻料而使其變得很粘稠，可在新拌合狀態即澆置於水中，而其中各個組成並不會分離。

特種水中混凝土係藉添加少量之水溶性樹脂，如非離子化纖維醚及聚丙烯氮化合物，於一般混凝土中而得，其基本分結構如圖1所示。因為這樹脂類高分子材料（直徑約為 $0.001\mu\text{m}$ ，平均長度約為 $1\mu\text{m}$ ）附著或交錯連結於水泥顆粒之間而可防止水的流動，並使水泥漿黏稠度大幅增加（見圖2）。所以混凝土的組成份在水中不會彼此分離，亦無泌水現象。當此種混凝土被澆置於海

床上時，即會因自重而漸漸坍成水平狀態，並與先前澆置的混凝土結合硬化成一體（見圖3）。

特種水中混凝土在水中之濁度及PH值與水溶性樹脂添加量之關係如圖4所示。水中混凝土中所含水份的PH值及濁度隨水溶性樹脂添加量的增加而降低，當添加量達 $3\text{kg}/\text{m}^3$ 時，水的濁度將降低至原來的 $1/3$ 以下，PH值則接近中性。水中混凝土澆置在水中與空氣中的強度比值則如圖5所示，當水溶性樹脂添加量達 $3\text{kg}/\text{m}^3$ 以上時，水中混凝土在水中的強度相當於在空氣中者之70%或以上。此外，水中混凝土包凝結時間會隨水溶性樹脂添加量增加而延長（見圖6），如此將使新拌混凝土的坍度損失速率較慢且混凝土絕熱溫度上升較低及釋熱曲線波峰較晚發生（見圖7），因而降低了熱龜裂之機率。

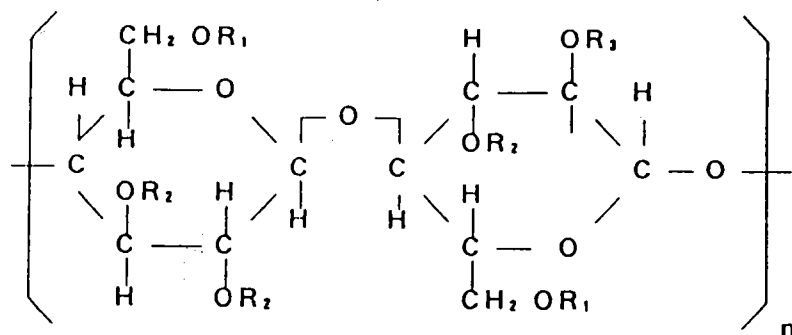
特種水中混凝土的典型配合比例及性質如下表所示：

配合比例 (kg/m ³)		性質			
水泥	429	坍度流動：	45cm		
水	218	凝結時間：			
細骨材	642	初凝	18時15分		
粗骨材	965	終凝	19時55分		
水灰比	0.508	抗壓強度(kg/cm ²)：			
S/A	0.404		7天、28天、91天		
水溶性樹脂	2.5	水中	175	265	295
強塑劑	8 l/m ³	空氣中	265	360	375
		絕熱溫度上升	53°C		

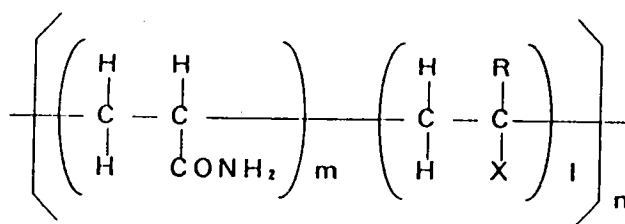
水中混凝土的流動行為極似牛頓流體，其降伏點相當低且塑性粘度較高。所以藉自重就會坍成水平狀態，而易於在補強鋼筋間流動。再者，因水中混凝土具有較高的泵送馬力，且當水中混凝土澆置完成後，其拌合設備較不易被徹底洗乾淨。

目前日本正在興建的全世界最長跨距（1990m）之跨海大橋（Akashi 海峽）即使用特種水中混凝土作主橋塔之基礎

，該橋塔為一深入海底的中空建築物，其內部充滿水或高粘性泥漿水以保持內外壓力平衡避免被擠碎（見圖8），此座大橋預定將於1997年竣工。此外，日本關西新機場及東京灣橫跨道路等大型工程也應用了水中混凝土。使用水中混凝土令原來不可能的施工方式變得可行，促使新工程得以順利展開，因此預期特種水中混凝土未來將被廣泛的應用在大規模的水中建築物上。



(a)纖維醚聚合物(R_1, R_2, R_3 : 烷基)



(b)聚丙烯氨化合物 (R : 烷基或氫, X : 非烷基)

圖1. 特種水中混凝土中添加之水

溶性樹脂之基本分子結構

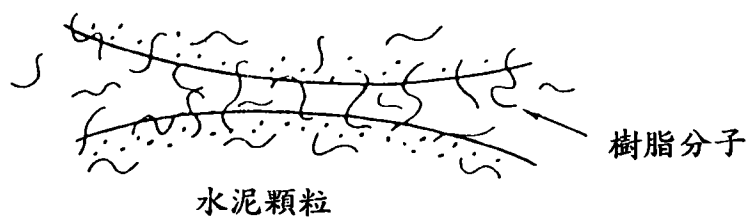


圖2. 特種水中混凝土中水泥漿

微觀構造。

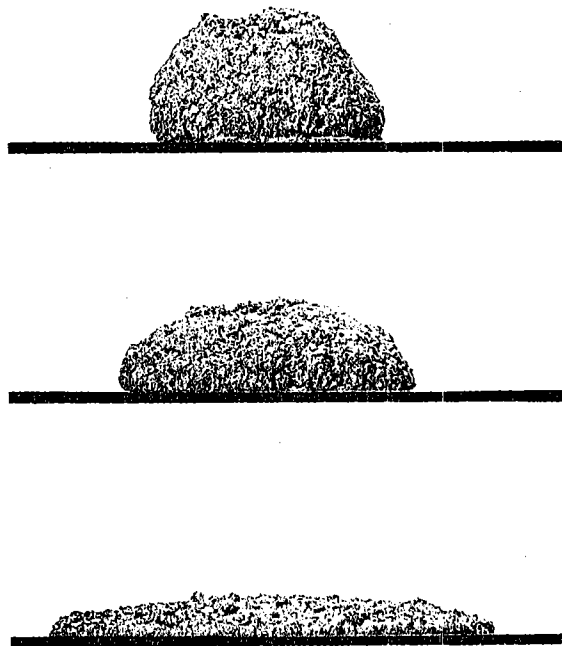
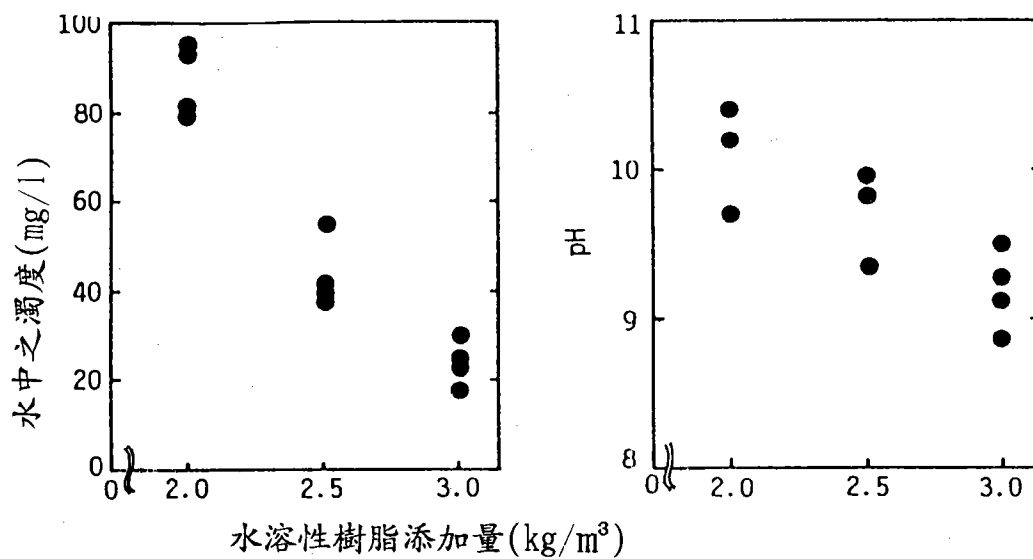


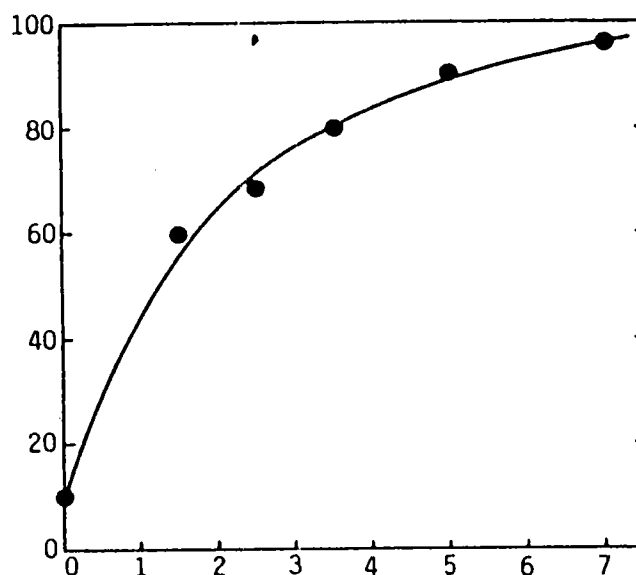
圖3.特種水中混凝土因自重而漸
漸坍成水平的狀態。



水溶性樹脂添加量(kg/m^3)

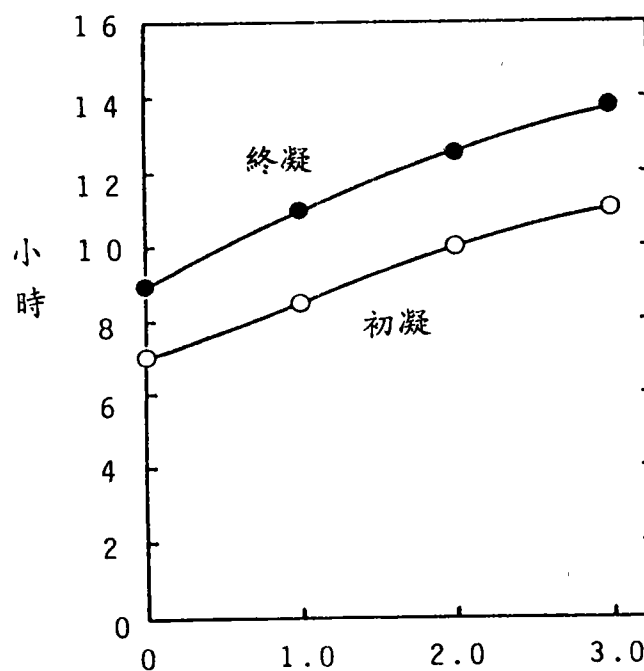
圖4.特種水中混凝土在水中之濁度及PH值
與水溶性樹脂添加量之關係 (水灰比
: 0.55, 坍度流量: 50CM, 水泥量:
 $364\text{kg}/\text{m}^3$)

水中與空氣中的混凝土強度比值



水溶性樹脂添加量(kg/m^3)

圖 5. 特種水中混凝土澆置在水中與空氣中的強度比值 (水灰比: 0.55, 坍度流動: 50cm, 水泥量: 364kg/m^3)。



水溶性樹脂添加量(kg/m^3)

圖 6. 特種水中混凝土之凝結時間。

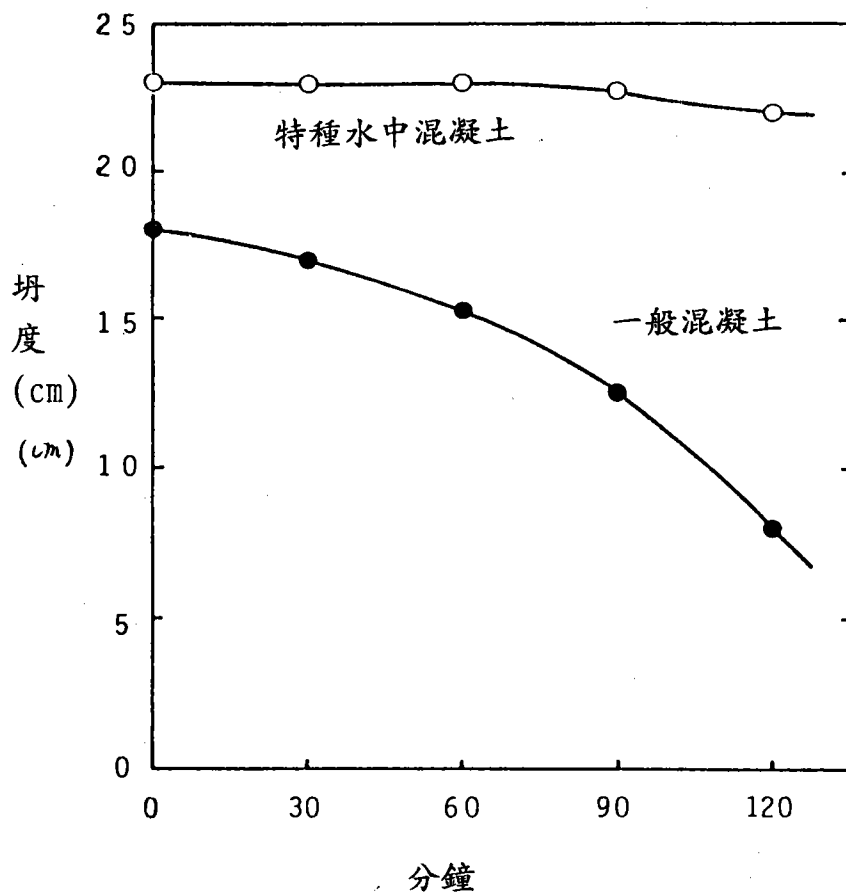


圖7.特種水中混凝土之坍度損失，
(水灰比：0.50，坍度流動：
45cm，水泥量：400kg/m³)

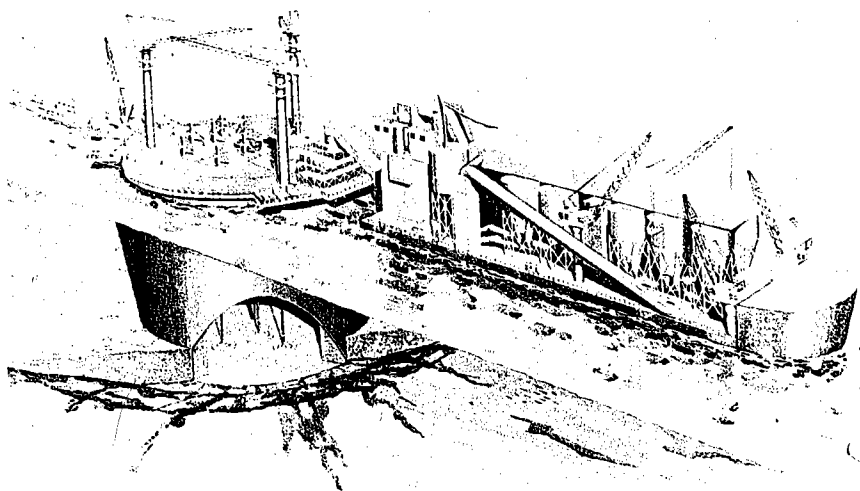


圖8.特種水中混凝土之海中澆置作業

水性塗料與防蝕

慶泰樹脂化學股份有限公司研究員 沈國鵬

一、前言：

一般塗料的原料有 75% 是依賴石油資源的供應，塗料配方中有 40% 是有機溶劑，此有機溶劑乃塗膜形成必要添加之物。然而塗料在塗裝時，溶劑會揮發在大氣中，就資源保存面及大氣污染防止面而言，實在有必要尋求一改善之對策。而水性塗料正可解決以上之問題，今後發展之意義更顯得重要。其優點如下：

- (1) 不易燃、較少空氣污染且不損害健康。
- (2) 無有機溶劑可省資源。
- (3) 合理的塗裝、塗膜對被塗物的保護效果增大。
- (4) 改善塗料施工方法、節省能源浪費。
- (5) 節省塗料製造之原料及能源，且既有之設備就可生產。
- (6) 可適於常溫乾燥、高溫硬化

、電著塗裝等方面。

二、水性塗料的分類：

水性塗料乃指至少含 80% 之水的溶媒，主要有 (a) 水溶性塗料 (b) 水性分散液或乳液。

1. 水溶性塗料：（樹脂擔體之真實溶液）

- (a) 它們是樹脂和水之透明混合物。
- (b) 聚合物鏈之特殊官能基中和後、與水相溶性佳。
- (c) 至少含有 80% 之水在溶媒中。

2. 水性分散液或乳液

- (a) 分散液：固體聚合物粒分散於水中；由乳化聚合或共聚合而得。
乳液：液體聚合物分散於水中；由聚合物分散於水中而得。
- (b) 此類型之塗料所含之溶劑至少為 5%。

表(一)為水性塗料及性質。

種 類 性 質	水 溶 液 型	水 分 散 型
外觀、粒子	透明、 0.001μ 以下	不透明 0.1μ 以上
水性化的原理	①Carboxy基的中和、離子化。 ②親水基的水和化。 ③兩性溶劑的溶解輔助。	①水和層的形成 ②電雙層的形成
塗膜形成原理	①親水基硬化劑的疏水化。 ②架橋反應發生的疏水化。 ③兩性溶劑的蒸發而疏水化。	①粒子的隔合。 ②乳化劑內的聚合物擴散而疏水化 ③架橋反應發生而疏水化
分 子 量	較小， $M_n=1000\sim 10000$	較大 $M_n=100000$ 以下
塗料的粘度	①非常高，需有機溶劑輔助。 ②分子量愈大粘度愈高。	①粘度低、需有增粘劑輔助。 ②粘度與分子量無關。
造膜性質	光 澤	光澤度高
	黃 變 性	大
	耐 水 性	差
	耐 酸 性	差
	硬 度	高
		光澤度較低
		小
		差
		差
		低

三、水性塗料所使用之原料

一般水性塗料主要包括了：樹脂擔體、顏料和填加劑，而樹脂乃決定物性好壞的主要關鍵，其有醇酸樹脂、環氧樹脂、亞克力樹脂等。

(1)醇酸樹脂：

(a)主要在聚合物鏈上導入親水性官能，使其具水溶性。

(b)以亞克力或矽樹脂來改質，使其更具耐熱性。

(2)環氧樹脂：

(a)導入親水性官能基使其具有水溶性。

(b)與界面活性劑混合而分散於水中。

(3)亞克力樹脂：

有水溶性熱塑性及熱硬化性亞克力樹脂。

四、水性塗料之應用：

根據統計水性塗料之使用有愈來愈多之趨勢，其主要用於建築物、家庭用、道路、金

屬製品等各方面之塗裝及港灣設施上鋼筋水泥的防蝕。而環氧樹脂因具有耐酸、石鹼、防蝕等優越效果，故僅就此一應用做一介紹。

乳化型環氧樹脂主要用於建築物上及防蝕工程，其為環氧樹脂與聚胺系硬化劑所組成的二液型塗料。

(1) 建築塗裝：

使用在內部裝飾的塗裝，只須塗二層 200 μ 厚即可。最近建築物多，若配合多量的無機填充料可獲得塗膜密著性佳、強度優之效果，但環氧樹脂耐候性差，於室外需適當的上塗保護塗裝。

(2) 船舶用的防蝕塗料：

環氧樹脂乳化塗料及環氧樹脂柏油乳化塗料，皆已實用化。船舶內部桶槽類的塗裝及空氣調節不良之場所，基於安全衛生理由皆不希望使用溶劑型之塗料，而環氧樹脂乳化塗料正符合其要求。因噴塗時氣

泡較多，界面活性劑亦較多，塗膜性能可能較差，但目前已有解決之道。

(3) 鋼筋水泥之防蝕：

大部份的港灣設施，因經年累月的受海水侵蝕，而造成鋼筋水泥的嚴重腐蝕。乳化型的環氧樹脂，則可增加水泥的緻密性，而防含氯化物滲入，所造成之腐蝕。

五、水性塗料之未來展望

近年來日本為防止大氣污染，已規定有機溶劑排出之限制。而一般塗裝工作場所更只能使用水性塗料、粉體塗料或高固成份塗料之限制。

美國在 1982 年 EPA 已規定 1 公升塗料中僅能使用多少克有機溶劑之限制值。(表二)

國內環保意識的日趨提高，加上石油價格波動，導致有機溶劑塗料價格之波動；而省能源、省資源、無公害之水性塗料較不受影響，可預見其將是明日之星。

表(二)美國EPA規定碳氫化合物之排出限制

種 類	限 制 值 g/l
(1)乘用自動車	
下塗用(含中塗)	230
上塗用	340
補修塗裝用	580
(2)製罐塗裝	
外部塗料	340
內部底面	510
內部側面	660
底 板	440
(3)金屬傢俱塗裝	450
(4)大型機器塗裝	340
(5)電線塗裝	200

港灣鋼構造物陰極防蝕之探討

港研所港工材料組組長 陳桂清

一、前言

腐蝕為一自然的反應過程，大多數的金屬材料曝露於天然環境下（例如大氣、土壤、海洋）都會自然逐漸地被腐蝕之。

港灣鋼構造物常年浸漬於海水中，受到海水中各種環境腐蝕因素（諸如鹽份、海流、沖蝕、PH 值、溫度、溶氧量、海生物附著等），鋼材極易受到腐蝕而損壞，嚴重威脅結構物之安全與使用年限。

台灣地區之鋼板（管）樁碼頭已使用近30年了，從各港務局歷年來的檢修資料，以及本所（港灣技術研究所）近幾年來對五大港口部份鋼板樁碼頭腐蝕情形調查發現，有些鋼板樁之腐蝕已相當嚴重，其腐蝕速率已超過規範值許多，鑑於安全顧慮，有些港務局早已逐年進行安裝陰極防蝕之維修工作，確保結構體之使用安全

及延長年限。

二、陰極防蝕之沿革

從國外之文獻及研究中顯示陰極防蝕是海洋環境下對金屬材料最有效之防蝕方法。其整個陰極防蝕的演進可回溯自十八世紀初。

- 西元 1823 年英人 Humphery Davy 發現海軍木質船底外殼（銅殼）生銹了他最先使用陰極防蝕保護措施來保護船底銅殼結果效果極佳。
- 西元 1834 年 M. Faraday 發現了法拉第定律，對陰極防蝕之理論及設計更加了解。
- 西元 1890 年代初期 Edison 嘗試利用外加電流（陽極）法來保護海上船隻，但是當時的材料及技術均很欠缺。
- 西元 1905 年 Cumberland 利用外加電流法做冷凝器之陰極防蝕。

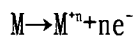
- 西元 1930 年代初期，美國新大陸內大量的地下管線，開始利用外加電流法做管件之陰極防蝕，防止地下管線之腐蝕破裂。
- 西元 1939 年時，中東地區之巴林島 (Bahrain) 第一個在海上輸油管線上安裝陰極防蝕保護
- 西元 1950 年代初，北美、西歐、日本等一些先進國家已大量的引用陰極防蝕措施於各項重大工程中。
- 西元 1960 年代初，台灣亦開始使用陰極防蝕之技術，保護軍用之輸油管路。目前國內已有不少工廠或重大公共設施，在腐蝕很嚴重地區，均有採用陰極防蝕之保護。

從上述早期陰極防蝕保護，經過長期之開發與發展，目前它已廣泛且快速地被應用到各種工程設施或設備上，不但降低維修及更換之成本，更延長了結構體使用之年限。陰極防蝕到現在已建立了一個有科學背景的工程服務。

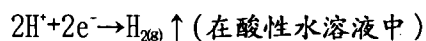
三、鋼材在海水中之腐蝕機理

任何金屬在溶液中可視為表面不斷地進行著陽極與陰極反應之電化學行為，其腐蝕之化學反應如下：

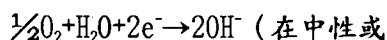
陽極反應部份：（金屬溶解之）



陰極反應部份：



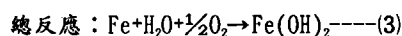
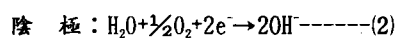
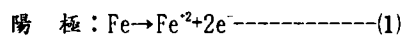
或



鹼性水溶液中)

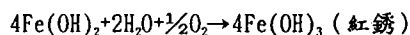
海水中之鋼材（如鋼板樁等），在鋼板樁之表面因同時具有許多高活性區域（陽極反應）與鈍化區域（陰極反應）所形成之許多小腐蝕電池 (corrosion cell) 系統，導致鋼材發生表面腐蝕現象。

鋼材在海水中發生腐蝕之化學反應如下：

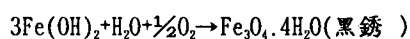


式(3)中， $Fe(OH)_2$ 將繼續反應，生成

$Fe(OH)_3$ 或 $Fe_3O_4 \cdot 4H_2O$ ，其反應或如下：



或



四、陰極防蝕之原理

金屬之腐蝕是由於金屬表面產生許多的局部電池，而有陰極與陽極區域，產生電位差異。因此，對欲被保護之金屬物體導入一外來電流（力），用來中止或減緩金屬表面產生之局部電池作用。亦即將原先金屬上之局部陽極電位降低至與陰極電位相同，此時，陽極則無法再放出電流，而達到保護金屬之目的。

五、陰極防蝕之方法

依電流供給方式之不同，陰極防蝕方法可分成下列兩種方法：

1. 犧牲（流電）陽極法。
2. 外加電流法。

犧牲陽極法乃是利用自然電位較低之金屬材料（如表 1 中之 Mg, Al, Zn 等），做為陽極與被保護體之金屬（變成陰極）體偶合在一起，當陽極放出防蝕電流後，使被保護之金屬體自然電位下降，當電位下降至防蝕電位時，則被保護體就不再發生腐蝕反應了。圖 1 為犧牲陽極法防蝕系統簡示圖。外加電流法則是利用外部

電源供給器提供直流電源，供給防蝕所必需之電流，而不需由消耗（犧牲）陽極而獲得所需之防蝕電流，達到極化防蝕之目的。圖 2 為外加電流法防蝕系統簡示圖。

六、港灣構造物防蝕設計參考之基準：

1. 防蝕電流密度之基準：

	裸 鋼	塗裝鋼
海水中	100~120mA/m ²	15~20mA/m ²
石積部份	30~50mA/m ²	6~8mA/m ²
海床下	10~20mA/m ²	3~5mA/m ²

2. 防蝕電位之標準：

美國 NACE 於 1972 年曾訂定防蝕電位之標準如下：

- a. 將結構物之電位控制至 -850mV (以 C_u/C_{uSO_4} 電極量測)。
- b. 於通電後結構物之電位必須降低 300mV。
- c. 結構物有陰極防蝕保護後，其極化電位必須降低 100mV。

※使用其它參考電極時，請參閱表 2。

七、陰極防蝕之成效

本所基本研究計劃「港灣鋼結構物耐久性之研究」，全程為五年之計劃自民國78年7月開始執行以來，每年均對國內五大港口進行碼頭鋼板樁腐蝕現況之調查，同時配合試驗室內各項試驗，希望能通盤了解及建立現有各港口鋼構造物耐久性之完整資料，提供今後鋼構造物之防蝕設計或維修時參考。

由近二、三年來實地調查發現，有安裝陰極防蝕保護之鋼板樁碼頭，其鋼板樁腐蝕速率很低。如高雄港有35座鋼板樁碼頭，全部都有安裝陰極保

護措施，因此其鋼板樁腐蝕速率均很低（小於0.1mm/Yr）。而基隆港有20座鋼板樁碼頭，大部份無安裝陰極防蝕措施，其腐蝕速率已超過設計規範值（0.20mm/Yr）很多，且有些碼頭如東6號、東7號、西22號、西27號等部份碼頭鋼板樁，已發現嚴重破損、穿孔之情形。鑑於安全顧慮，基隆港務局已數次委託本所進行「碼頭鋼板樁之檢測及維護改善方案之研究」，目前仍在執行。同時該局亦考慮將逐年編列預算，進行安裝陰極防蝕之保護措施，確保鋼板（管）樁碼頭之使用安全及延長年限。

（泥土部份）

表1 金屬材料電位參考表(25°C)

電極半反應式	電位(V)	電極半反應式	電位(V)
卑位金屬		高貴金屬	
$Mg \rightarrow Mg^{+2} + 2e^{-}$	-2.37	$Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e^{-}$	+0.34
$Al \rightarrow Al^{+3} + 3e^{-}$	-1.66	$Ag \rightarrow Ag^{+} + e^{-}$	+0.80
$Ti \rightarrow Ti^{+3} + 3e^{-}$	-1.63	$Pd \rightarrow Pd^{+2} + 2e^{-}$	+0.99
$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^{-}$	-0.76	$Pt \rightarrow Pt^{+2} + 2e^{-}$	+1.21
$Cr \rightarrow Cr^{+3} + 3e^{-}$	-0.74	$Au \rightarrow Au^{+3} + 3e^{-}$	+1.50
$Fe \rightarrow Fe^{+2} + 2e^{-}$	-0.44		
$Ni \rightarrow Ni^{+2} + 2e^{-}$	-0.25		

表2. 防蝕電位與常用參考電極間之關係

參考電極	防蝕電位 (-mV)
Cu/CuSO ₄	850
Ag/AgCl	800
Hg/Hg ₂ Cl ₂ (SCE)	780

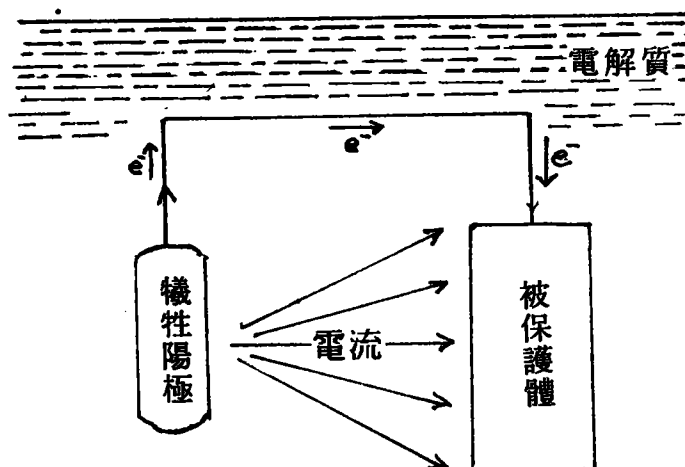


圖 1. 犧牲陽極法簡示圖

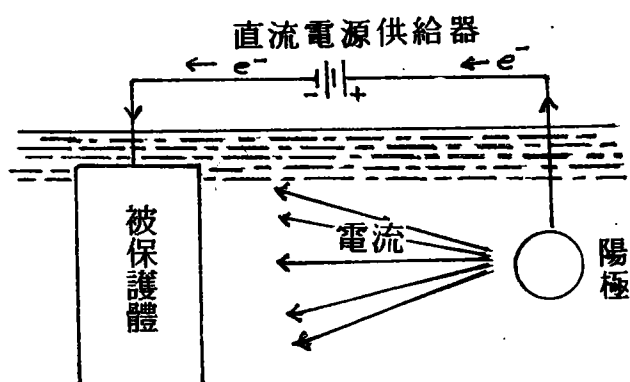


圖 2. 外加電流法簡示圖

淺談模糊集合的發展及 在土木工程上的應用

港研所副研究員 謝明志

一、模糊集合的發展

1965年，美國加州大學柏克萊分校L. A. Zadeh（查德）教授，在「資訊與控制」（Information and Control）期刊上，發表「模糊集合」論文，提出模糊理論的雛形概念。之後，便以此為核心，持續發展出一系列有系統的模糊集合論、模糊測度論、及頗具實用價值的模糊控制論。

該理論在發展的過程上，飽受傳統科學家的強烈抨擊。因為傳統的科學家都努力於將模糊混沌的自然現象秩序化，盡可能地找出每一項影響因素而加以有系統的描述，因而模糊理論被視為科學界的大逆流，有段很長的時間，一直無法被大眾所接受。

雖然，模糊理論受到世人的冷嘲熱諷，但查德教授依然每星期在其住宅舉辦一次「居

家研討會」，因著查德教授及其周圍學者的熱誠，1985年終於在夏威夷正式召開模糊理論的國際會議，設立國際學會，學會名稱定為「International Fuzzy System Association」（國際模糊系統學會）。除母會外，又成立北美、歐州、中國、日本等四大分部，定期每年舉辦一次國際會議。當第二屆國際會議在日本舉行時，同時舉辦了仙台地下鐵參觀活動，因為該地下鐵的控制，全部採用模糊控制。至此，這個理論總算為大家所公認了。

模糊理論雖然誕生於美國，而其理論研究，卻以中國大陸及法國最為出色，該理論於1977年被介紹到中國大陸，雖然由於文化大革命，以致接觸模糊理論的時間，比其他國家稍晚了一步。但由於模糊理論與中國的傳統思想有相似性，研究人員竟迅速呈爆炸性增加

，特別這幾年，大陸在舉世震驚的地震預測研究成果上，模糊理論也扮演了很重要的角色。

然而，在模糊邏輯的應用領域上，日本人別具慧眼，將這理論運用到家庭電器上，由於賣點凸出，這幾年模糊家電產品在日本大行其道。而在去年的模糊邏輯國際會議上，由日本四十九家公司合組的「國際模糊工程研究實驗室」（LIFE），更展示其最近開發出來的直升機控制系統，顯像資料庫及自動機器人，LIFE的資深主任寺野指出，LIFE將繼續研發能與人類直接用語言溝通的機器人，使家庭主婦、老人和幼童都能自由使用。日本在這方面的發展，可說已經是領先各國一步了。

二、在土木工程上的應用

模糊理論在自然現象的研判，以及在控制工程的應用上，都有令人驚嘆的成果出現。而在土木工程方面，除前述地震預測上的使用外，尚有多項的研究應用也頗有成效，舉例如下：在水資源工程方面，Johnston將模糊理論應用在污泥廢水處理廠淨化診斷系統上，Jowitt也以相同的方

法應用到廢水處理及蓄水管理等問題上。在結構工程上，C. B. Brown等人曾廣泛地討論模糊集合在結構工程方面的應用，

Wong及Ross以模糊集合處理結構動態裡的不確定性、在和猜測程序法相比較下，發現模糊推論與直覺更具一致性。在材料工程上，Shiraishi與Furuta發展了一個採用定性資料評估結構物耐久性的方法。在地震工程上，Grivas及Souflis應用語意評估方法，分析1964阿拉斯加大地震，建立地震荷重與衍生災害的相關性。在施工管理上，Yao與Furuta將土木工程上所遭遇的一些不確定性，以模糊事件的機率處理手法加以數值化。Hadipriono將模糊集合應用在評估失敗案例的執行上，指出該方法在品質控制上是一個很有效的工具。在大地工程上，Chameau在土壤液化及壩體安全等問題的應用上曾作了序列性的回顧，Joung（莊長賢）與Elton以模糊集合建立了砂層中單樁的承载力模式，莊教授並與Lee（李德河）及Sheu（許琦）利用模糊集合評估山崩潛能。莊教授的這兩篇文章連續刊登在近兩期美國土木工程學會學刊（ASCE）上，可看出最高學術團體對模糊集合應用的公認與肯定。

三、結語

模糊集合除了在工程上有很好的應用效果外，在其他學科的研究領域裡，也有相當程度的應用及進展，這些研究包括醫學、化學、農業、林業、

氣象、地理、體育、經濟、管理、社會科學等。雖然、模糊理論和其他討論不確定性的理論一樣，它也不能解決所有的不確定性問題，但它的確是一個有效的工具，可提供我們在圍繞主觀對象的模糊邊界上，作更詳細的分析研究。

回填造陸土壤分類與限制之探討

海洋大學副教授 簡連貴

一、前言

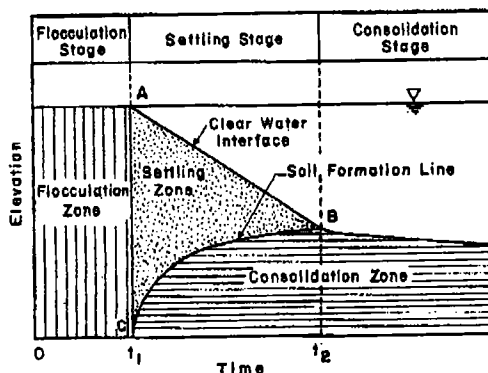
水力回填之造陸方式，目前已被廣範應用於世界各國。由於回填取樣來源不同，造成有不同之回填土壤型式。一般視須考慮回填造地之用途，土石結構而有所不同。粒狀土壤水力回填其特性是低密度、低強度和易產生液化潛能。細顆粒土壤水力回填特性是高含水量、高壓縮性和低強度。因為水力回填初始狀況都無法滿足土壤穩定，所以一般在回填完成構築一段時間後，必須加以

密實或土壤改良，使回填區土壤能滿足下列之要求：

- (1)構造物和設施之安全。
- (2)避免產生液化現象。
- (3)確保邊坡穩定。
- (4)增加土層承载力。

水力回填沉積過程與土壤開始之堆積方式很類似，回填沉積過程亦是經由回填、土壤顆粒自重和荷重壓密等土壤形成過程。而自然土層與水力回填土層，最大不同在於沉積年代之不同。以黏土而言水力回填可能只有短短幾年，而自然沉積之黏土可能達千年或更久

之年代。一般土壤沉積發展過程，可以分為三個階段，如圖一所示（Imai(1981)）。



圖一 土壤沉積之三個不同階段

表一 水力抽砂回填區特性

自然抽砂區土壤	回填區特性
砂土(通過200<15%)	適當的密度且回填相當均勻
沉泥或黏土質砂土	孔隙比大且具回填異向性
堅硬黏性土壤	黏土顆粒架構，黏土與砂土
軟弱黏性土壤	正常壓密或壓密中黏土

(1) 淨砂（細粒料＜15%）

一般淨砂水力回填放置後，平均相對密度約50—60%。但有時會低到20%，或有些回填區位置會高達80%。回填之密度和級配之變化，主要考慮以下因素：回填距離，在放置時回填區之水位及取土區土樣之基本性質而定。

(2) 沉泥或黏土質砂土

或遇到沉泥或黏土質砂土之回填材料，一般顆粒仍很細。另外，在回填過程會流失，及產生污染現象。所以這類土壤是富有變化及具壓縮性。

(3) 堅硬黏土壤

若借土區土樣為堅硬黏性土壤，則水力回填將產生黏土球顆粒。而黏土球顆粒之變形特性，將控制其壓縮性及影響到壓密速率。若黏土球間之孔隙大，則回填土層之沉陷潛能將增大。

二、土壤水力回填分類

不同抽砂區其土壤性質不同，則回填區亦對應出不同沉積特性，依whitman(1970)研究由回填土壤特性，可將水力回填加以分類，如表一所示。利用回填土壤分類，將有助於密實及土壤改良方式之選擇。

(4) 軟弱黏性土壤

一般細顆粒水力回填，在剛開始幾星期會發生沉澱現象（Sedimentation）。等沉澱物沉積有自由水面時，在表面之沉澱物含水量約為液性限度（Liquid Limit）之 1.2-1.3 倍。含水量隨深度而遞減，在表面下 3m 處約等於液性限度。

三、水力抽砂回填之限制與特性

水力抽砂回填之材料，如表一所示。為便於分析探討，將其區分為粗顆粒回填及細顆粒回填等兩種方式。有關其回填之限制與特性分別說明如下：

(1) 粗顆粒回填

一般水力回填區之土壤必須符合非塑性細料含量少於 15% 或塑性細料少於 10%，因為細料在回填易引致環境之混濁不清，粗顆粒材料較細顆粒材料適合於結構物之承載。依 NAVFAC 規範此類土壤在回填時不必夯實即可獲得相對密度約 50%—60%。承載力視允許沉陷量而定，一般約 $2.5 \text{ t/m}^2 \sim 10.0 \text{ t/m}^2$ 。

(2) 細顆粒回填

若取土區土壤屬於沉泥和黏土，則回填時挖泥時之初始仍將維持相當高之含水量。視其表面排水之能力而定，一般壓密時間很長（約兩年）方能支撐輕型設備。利用鋪設 1~3ft 厚粒狀土層有效改良。依美國海軍 NAVFAC DM-7.3 規範建議，水力抽砂回填若須承受結構物之荷重時，須考慮下列準則：

(1) 抽砂區水力回填土壤細料含量（通過 200 號篩），一般必須小於 15%。

(2) 由抽砂區到回填須注意利用沉澱池確保細粒土壤能回填到棄土區（waste area）。

(3) 回填之堤高必須能有效分離，以確保回填獲得好的級配。堤之坡度取決於回填土壤之剪力強度及在土壤顆粒沉澱前水攜帶的距離而定。

另外，一般回填土壤透水係數若小於 $10 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$ ，則回填壓密時間將持續很長一段時間，且對於回填土壤之力學行為之預測是非常困難。

綜合以上對回填土壤之限制，可利用細粒含量及透水係數大小等來規範。若考慮抽砂區細粒料為非塑性，則適用之細料含量

可提高至15%。為方便表示透水係數之限制，可利用有效顆粒粒徑 D_{10} 來表示。一般土壤透水係數(κ)與 D_{10} 之關係，可由下式表示：

$$\kappa = C (D_{10})^2$$

式中， κ = 透水係數，cm/sec

C = 常數，一般取100

(可由40~150)

D_{10} = 有效粒徑，cm

將細粒土壤透水係數之限制($\kappa \geq 10 \times 10^{-4}$ cm/sec)，代入上列公式，則求得 D_{10} 約為0.03mm。同時考慮以上兩因素，並配合抽砂區土壤分佈特性，則可推求回填土壤之最佳顆粒建議分佈曲線。

四、結語

海域大地工程之發展與推動，並配合國家整體經濟建設之需要，有效開發海域資源與海洋空間之利用，是我們現階段急須努力突破的方向。未來即將推動離島式基礎工業區、海埔新生地、多目標人工島(如深水港)，所延伸的大地工程問題如大面積水力回填技術與土壤之工程特性、沉陷之預測與控制，都是相當重要的。近岸抽砂水力回填方式，是目前國內填海造地主要方式之一。若能針對回填土壤有進一步的了解與規範，考慮回填造地之相關問題，則將可確保工程品質及有效掌握工程工期之進度。

海岸土層應力分佈與下陷行為之簡介

港研所助理研究員 賴聖耀

一、前言

一般土層下陷之原因，非常複雜，如大地應力作用所引

致地殼之升降，地震作用引致砂性土壤之沉陷，地表建築荷重及過量抽取地下水引致之地

盤下陷等，而依據世界各地研究觀察結果，大部分之海岸土層下陷，皆因過量開發地下水資源而產生；近年來地下水大量開發引致地盤下陷問題，在台灣各地區已是一種普遍現象，而在沿海地區，亦由於魚塭大量開發抽取超額之地下水，導致愈演愈烈之地盤下陷，其中以屏東地區累積最大下陷量 2.5 公尺為最嚴重，雲林、嘉義地區累積最大下陷量約 1 公尺次之，其他如高雄永安地區、彰化濱海工業區等亦都有下陷問題，整個西海岸地區幾乎均有地盤下陷現象，茲就海岸土層由於超抽地下水引致之應力增量分佈、下陷行為等說明如下：

三、有效應力增量分佈

在壓密理論中，地盤下陷的主要原因是土壤受致壓力，使土壤內之孔隙水逐漸排出，體積發生變化導致土壤壓密現象，由於壓密作用，地層表面將有沉陷變形產生；所謂之土壤受到壓力，是指土壤在土層中受到比原來存在土層中有效應力更大之應力，即有效應力增量，亦即是有有效應力增量存在之土層中有效應力更大之

應力，即有效應力增量，亦即是有有效應力增量存在之土層才有土壤壓密或壓縮現象，因此對土層內有效應力增量分佈之研判極為重要。

超抽地下水引致地盤下陷，一般可分為二類，一為自由水位下降引致之淺層沉陷，另一為受壓水位下降引致之深層沉陷；若由於自由水層受到過量抽水，引致自由水位下降，其有效應力增量僅分佈於最淺層自由水層及其下一層難透水（aquitard）之粘土層，而其他之受壓土層（aquifer）及粘土層則無有效應力增量產生，其分佈情形如圖一所示，由於有有效應力增量存在之土層，才有土壤之壓密或壓縮現象，因此超抽自由水層產生之沉陷屬於淺層沉陷；若由於受壓水層受到過量抽水，而致受壓水位下降，其有效應力增量如圖二所示，除分佈於該超抽受壓水層外，並分佈於其上下各一層難透水之粘土層，而最淺層之自由水層及其他之受壓水層與粘土層則無有效應力增量產生，由於超抽受壓水層引致之有效應力增量產生於土層深處，土壤之壓密或壓縮亦發生於深處，因此此種沉陷屬於深層

沉陷。

三、土層下陷行為

超抽地下水引致之沉陷，不論是超抽自由水層或受壓水層，由於其影響之區域範圍均很廣大，因此其沉陷特性屬於區域沉陷，亦由於屬於均勻沉陷，且是無聲無息的情況下進行著沉陷，一般均不易察覺，往往等到發生海水倒灌、排水情況惡化等災害時，才察覺到地盤下陷。

大部分海岸土層下陷皆因過量抽取受壓含水層中地下水而產生之沉陷，此種沉陷不但其影響達於土層深處，更由於其沉陷主因，是土層深處之受壓含水層（aquifer）及其上下各一層難透水（aquitard）之粘土層，受壓縮而產生地盤下陷，故稱為深層沉陷（deep subsidence），此種沉陷行為，相當於一水力起重機（hydraulic jack）將荷重舉高後突然壓力減少時之情形，此時荷重即漸漸下降。在發生區域沉陷時，主要因受壓含水層中水壓因過度抽取地下水而下降，受壓含水層及其上下各一層粘土層受到壓縮，此稱為受壓縮土層，而此受壓縮土層至地面間之土層並未受到壓縮，只是整體隨受壓縮土層之

壓縮而向下移動產生地盤下陷。故地面之沉陷與受壓含水層中水壓之減少量成正比，當地下水繼續超抽時所發生之沉陷，在地下水文學裡稱為活性沉陷（Active subsidence）。當過量抽水已達遏止，地下水壓已趨穩定後，地面之沉陷，並不立即停止，而仍將持續一段時間，惟其沉陷速率隨時間而漸趨緩和，最後始停止，此時所發生之沉陷，在地下水文學裡稱為「稽延沉陷」（Lag subsidence）或「殘餘沉陷」（Residual subsidence），通常在活性沉陷後，殘餘沉陷仍將繼續三十至四十年，而後沉陷方可認為全部停止。

在整個壓縮之土層中，受壓含水層中之砂土層為立即壓縮，即在超抽受壓含水層之地下水位下降時，立即壓縮，此之活性沉陷之主要部分。

受壓含水層中亦含有部分之夾層粘土（interbeds），由於含水層之水流是互通的，因此夾層粘土為全面排水之壓密沉陷，其壓密速率很快，夾層粘土之厚度，雖然很薄，但受壓含水層中有多層夾層粘土，累積之總壓密沉陷量亦很可觀，此夾層粘土之沉陷影響部分之活性沉陷量及大部分初期之

稽延沉陷。

受壓含水層上下各一層難透水粘土層 (aquitard; confining bed)，雖為高縮性之土壤且為總沉陷量之主要來源，但在受壓含水層過量超抽地下水之情形時，屬於單向排水至受壓含水層之壓密沉陷，壓密速率極慢，對活性沉陷影響極微，為稽延沉陷之主要來源。

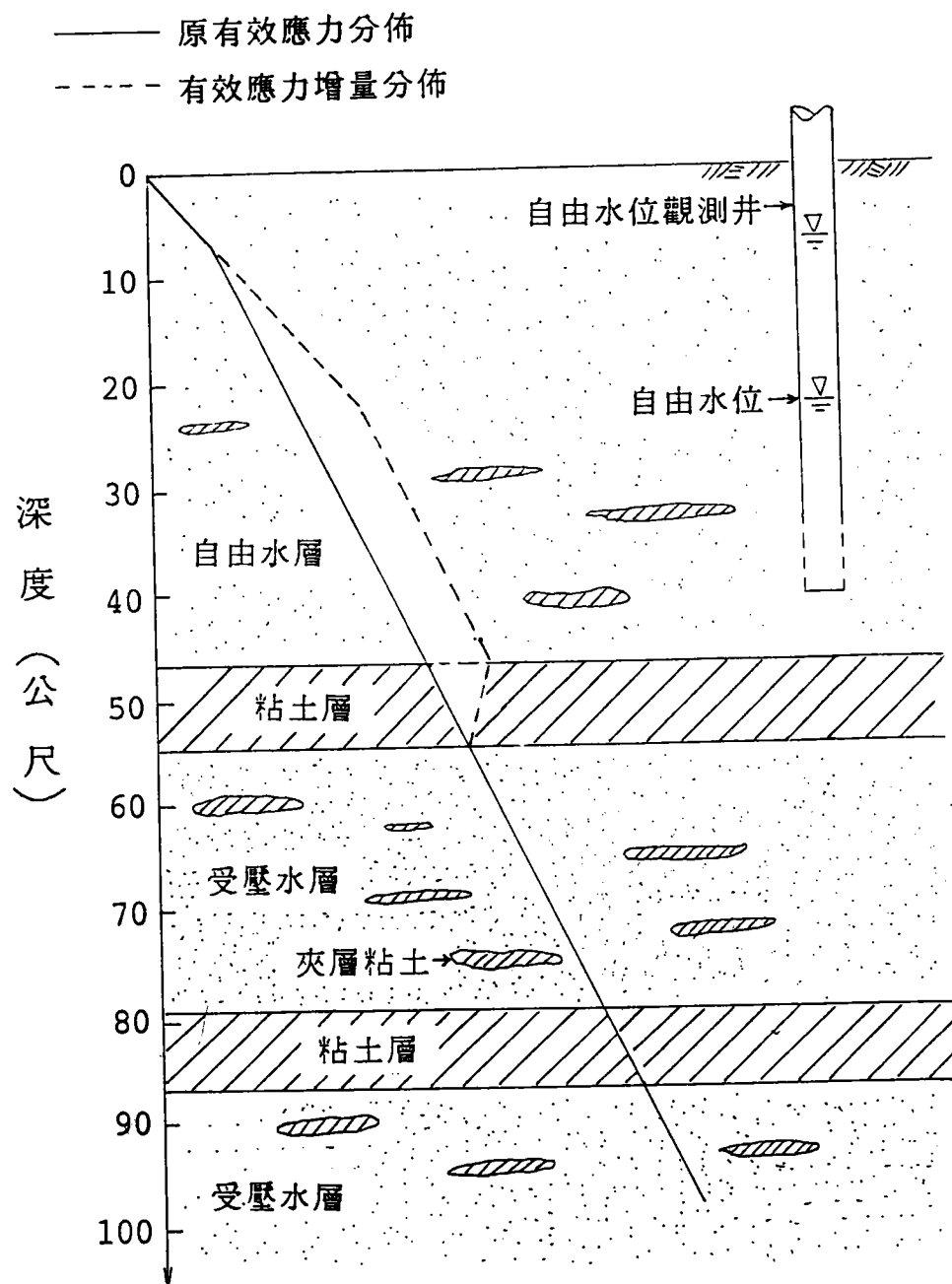
四、結論

由以上應力增量分佈及土層下陷行為之說明可得到以下之結論，若地盤下陷是由於受壓水層超抽地下水而引起者，當受壓水層之地下水位繼續超

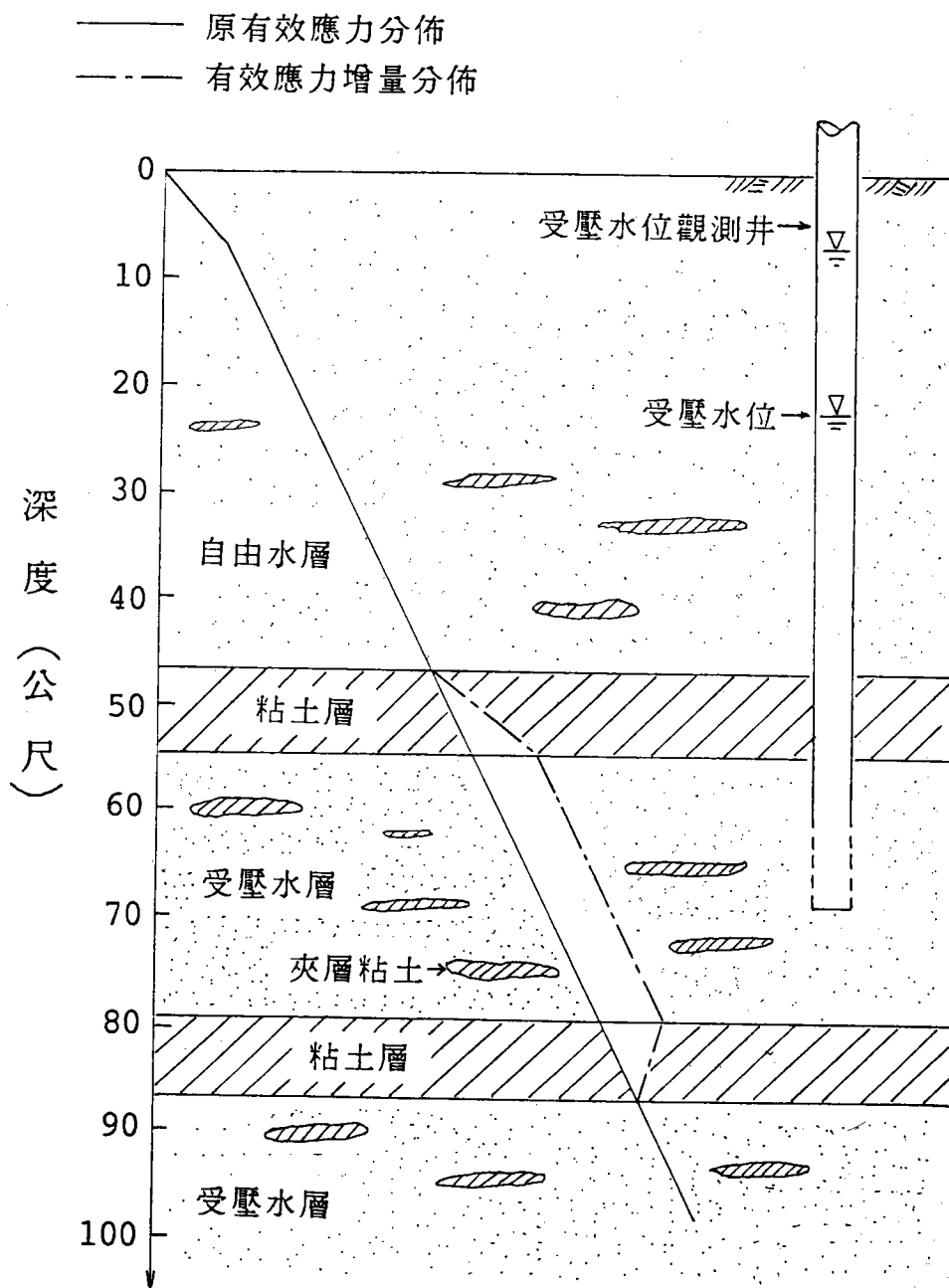
抽時所發生之活性沉陷，其主要來源為受壓水層中砂土之立即壓縮及部分夾層粘土之壓密與微量之上下難水粘土層之初始壓密；當過量抽取地下水已達遏止，地下水壓已趨穩定後，仍然發生之稽延沉陷，其主要來源為受壓含水層上下粘土層之壓密，但在初期的稽延沉陷，夾層粘土之影響極大。

若地盤下陷是由於自由水層超抽地下水而引起者，則其沉陷主要來源，為自由水層中砂土之立即壓縮，及自由水層中夾層粘土全面排水之壓密，與自由水層下一層難透水粘土層之單向向上排水壓密現象。

圖一 自由水位下降之有效應力增量分佈



圖二 受壓水位下降之有效應力增量分佈



本所HP工作站功能及應用簡介

港研所數學模式組研究員 蘇青和

本所于今年度淘汰舊有 VAX-780 迷你型電腦，更新 HP Apollo 9000 730 工作站，今年購置主機部分已安裝就緒，未來將繼續擴充相關硬體及軟體。VAX-780 電腦曾是本所之主力，幾年前仍是迷你電腦群中的霸主，對本所各項研究貢獻良多，不過因為電腦硬體發展速度實在太快了！以當時上千萬元的 VAX-780 運算速度，已經比不上目前上十萬的 486 個人電腦了；這也只能感慨電腦硬體的壽命期實在太短了。

HP 730 工作站是目前同級工作站中以單一 CPU 而言，速度最快的機種，快速的運算能力是做數值模擬要件之一，這也是我們優先考慮的要件之一。在詳細介紹工作站之功能以前，在此先簡略介紹本所電腦應用的業務及規劃要點。

基本上以本所的現有業務範圍，需要電腦協助的項目，簡略的可分為研究業務及行政業務二大類。行政業務方面因

在個人電腦系統上，市面現成套裝軟體甚多，引用甚為方便，而且目前 486 個人電腦之處理速度及相關週邊設備甚為齊全，因此有關本所人事、會計、薪資、財產管理、文書、公文、報告出版等行政業務，皆可在個人電腦系統上處理，如果再配合規劃完整的網路系統，在個人電腦系統上，本所行政業務就可做得非常的完美，因此基本上現有的工作站我們並不規劃支援本所行政業務。

研究業務是本所的主要任務，需要電腦協助理的業務，我們依性質不同，可分為儀器控制，資料處理，數學模擬等三項。在儀器控制方面，本所目前包括現場儀器（例如波浪儀，海流儀等）及試驗室儀器（例如造波機，車床等），除儀器本身自有的處理機，外接的控制電腦，在使用個人電腦皆足以勝任了。資料處理分析是本所電腦使用最繁重的一

析是本所電腦使用最繁重的一個項目，也是每個研究員幾乎每日必要的工作，不管現場實測的資料，試驗室蒐集的資料，理論推算出來的資料，或是一個複雜的數學表示式，皆得借助電腦快速的處理能力，將大堆散亂的資料，轉換成一目了然的重要資訊—圖或表。概略的說，除了較大量的資料或需要較複雜的分析程式，本所目前佔70%—80%的資料分析業務，皆可在現有個人電腦系統上完成，其他的情況就得借重性能較佳的工作站了！

發展海洋科學有關數值模擬程式是本所任務之一，數值模擬因為有海域大量網格點及變數，因此需要大容量的記憶體，而因為有大量的數學計算，模擬一個實際港池之波場或流場，至少需要記憶體數拾 Mb。同時因為格點甚多，矩陣甚大，模擬時間在工作站上需數小時，甚數拾小時方能完成。其次計算結果之分析及繪圖也需要有良好的至圖能力。基於以上之分析數值模擬之工作，以目前 486 個人電腦之能力及規模，仍是無法勝任，而需要借重工作站了。

由以上本所業務分析，我們所需要的工作站需具有：快

速的運算能力，大容量的記憶體（或虛擬記憶體）及圖形處理能力，而事實上目前的工作站特色，即包括上述三個特點。這也是我們選用工作站，而不再採用價位較高之迷你電腦的原因，不過以目前個人電腦硬體之介展速度估，不出幾年應可達到現有工作站之水準，那時工作站與個人電腦也許就不易區分了。

依等級區分工作站介於個人電腦與迷你電腦之間，整體而言功能高於個人電腦，而低於迷你電腦。但所謂電腦功能並非絕對的，任何一部迷你電腦，並不一定比工作站之電腦運算速度為快，就像 486 個人電腦講運算速度，並不一定比每一種工作站級電腦為慢，電腦的功能比較是整體性的，例如記憶體的擴充性，CPU 的運算速度，IO 介面，多工的能力，多使用者的環境，圖形處理能力，網路系統，軟體的配合等等皆是相當重要的項目，符合作業環境需求是最重要的。

工作站普遍使用 UNIX 作業系統，HP 工作站在 UNIX 系統架構下，透過建立以大網路，具有多人多工之功能，原則上不限定使用者人數，但因

本所上工作站之程式可能都甚龐大，CPU負荷甚重，使用者不可能太多，而且工作站之設計不如迷你電腦，並不適合太多使用者同時運作，本所目前僅有一部工作站，未來隨研究業務增加之情形，我們將繼續增購。

HP 工作站上現僅提供研究人員最常用的Fortran語言，未來我們將陸續增購高解析度的三維繪圖軟體，數學副程式套裝軟體，數學專家系統，動態模擬系統等軟體。硬體方面現有 16 Mb 之主記憶體，並不足使用，將擴充至 40Mb 以上，而現有 420Mb 之硬碟，也將再擴充至 1Gb 以上。輸出

設備方面：除現有繪圖機及雷射印表機外，為配合高解析度的繪圖軟體，將增購PS印表機及彩色印表機，以提高繪圖品質。而配合未來動態模擬系統之建立，語音系統，影像處理及碟影輸出設備也是規劃的項目之一。而為使本所研究人員能方便使用工作站系統，與各研究室之網路銜接，也是我們規劃的項目。

建立一個良好的工作站使用環境，以協助本所研究人員提昇研究水準是我們的目標，作者希望借此簡略介紹，吸引更多的研究人員來加入開發工作站行列，並提供我們寶貴的建議。

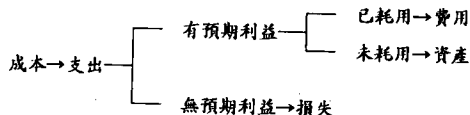
倉儲營運成本分析

港研所副研究員 朱金元

一、前言

成本一詞廣泛的被會計人員、經濟學家以及工程人員等引用，但其意義並不盡相同，美國會計學會成本概念與標準委員會（Committee on cost concepts and standards, AAA）對成本所下之定義為：「成本是用貨幣單位來衡量，為達成某特定目標所發生或可能發生的各項支出。」因此，成本是為特定目標而支付的各種支出之和，如購入機器設備，其成本應包括所支付之購入款、運費、安裝費、試車費等。成本也可以說是一種支出，支出之效益若已耗用，則稱為費用如交際費、水電費、伙食費等；支出之效益若未能耗用則稱為資產，如購入商品原料尚未出售或機器設備尚餘耐用年限之部份等；若支出並無效益可言，則稱為損失，如因風災、水災、火災或其他意外事項而支出者。成本與支出之各

項關係如圖所示：



企業必須有盈餘方能生存並繼續經營，而企業能否盈餘與該企業之經營成本關係很大。如果收入不變，成本為變數，則成本之高低影響企業之盈虧，因此企業的老闆、員工不得不重視企業的成本，具備成本的觀點。同樣的，公營事業機構之員工應與私人企業員工一樣有成本的觀念，才不致於年度決算時發生虧損。

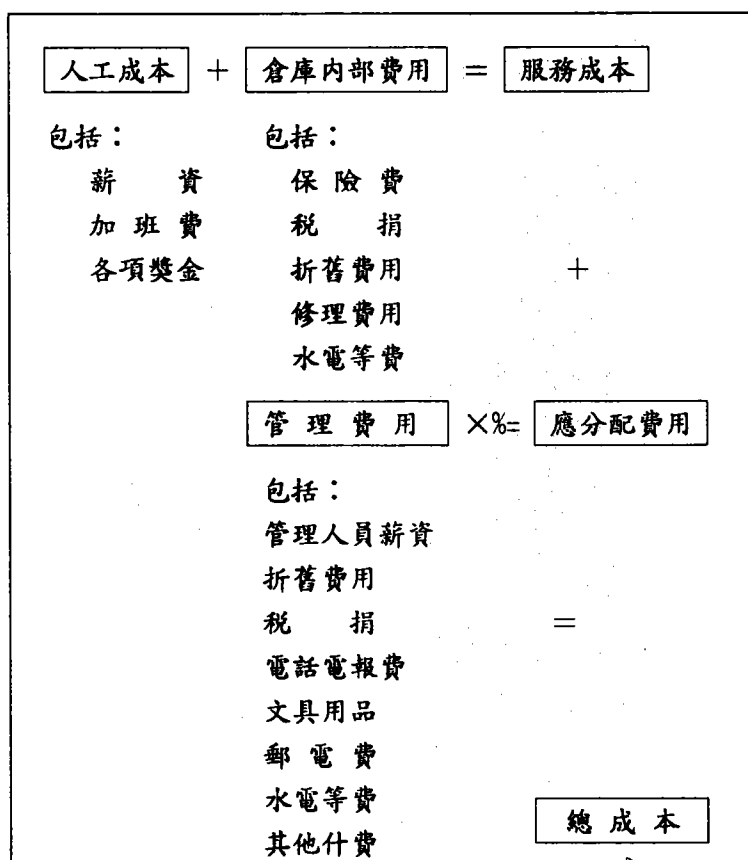
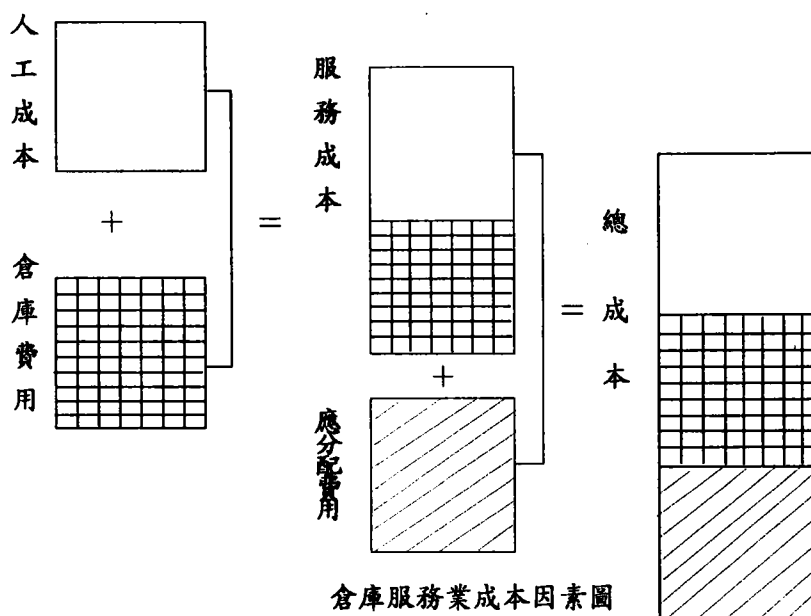
二、成本分析

1. 倉庫服務業成本因素如圖

2. 成本計算之種類：

(1) 實際成本又稱歷史成本：

係指企業為生產銷售及管理業務所實際發生之成本，亦即會計上所記錄之



倉庫服務業成本關係圖

已發生過之成本。

(2)估計成本：係指產品在開始生產前，預計其可能發生之成本，其目的乃在預測實際成本，以作為訂定售價或投標之用，其估計方法係依據企業當時之實際狀況，以預測未來可能發生之成本。

(3)標準成本：係指會計期間開始前，預計在非常有效之情況下，製造某項產品應有之成本。所謂非常有效，是以過去之經驗，並與同業比較，認為沒有浪費、閒置或任何缺乏效率等不利因素之情況。故標準成本合乎科學及經濟效益，是企業努力的目標，標準成本與實際成本之差異分析，可衡量經營績效並作為成本控制之重要資訊。

棧埠處倉庫之主要人工成本、內部費用及應分配之管理費用，因會計室未分門別類記載，除人工成本可採實際成本自行統計彙總外，其他費用則無法按實際成本收集。因此只能以估計成本來預測倉庫內部費用以及應分配之

管理費用，一般而言，這部份之費用在服務業而言約為主要成本（人工成本）之20%。

(4)成本結果：以高雄港棧五庫79年度資料為例，全年度人工費用為5,883,231元，倉租收入為3,059,406元（包含倉庫及露置場）。

$$\begin{aligned}\text{總成本} &= \text{服務成本} + \text{應分配管理費用} \\ &= \text{人工成本} + \text{倉庫內部費用} + \text{應分配之管理費} \\ &= \text{人工成本} + 20\% \times (\text{人工成本}) \\ &= 5,883,231 \times 1.20 = 7,059,887 \text{元} \\ \text{盈虧} &= \text{倉租收入} - \text{總成本} \\ &= 3,059,406 - 7,059,887 = -4,000,471 \text{元 (虧損)}\end{aligned}$$

三降低成本之方法

由棧五庫收支推算，倉租收入不但不敷人工成本，如與總成本比較差距更大，虧損達130%；因此同樣的情形，全港之倉庫營運可能呈現巨大虧損。為期能降低成本轉虧為盈，就必須開源、節流雙管並進。開源係指對外開拓市場，增加銷售量，提高售價；節流係指樽節開支，提高升產力，控制成本，減少各項費用支出，合理而有效運用有限的資源以增加利潤。

1.開源：現今倉庫收入僅倉租收入一種，依照台灣省國際

港港埠業務費率表之規定，倉租收入分爲：(1)出口貨物，自開始進棧之日起五天爲一期，無免租亦不累進。(2)自開始進棧或進堆貨場之日起（如由駁船起水進棧者，以駁船起水完畢之日起），以五天爲免租期，第六天起每五天爲一期，第一期按規定費率收費，第二期按規定費率增加百分之五十，第三期起每期均按規定費率遞增百分之一百，遞增至第六期止。存棧超過六月者，依法處理。事實上，除非萬不得已，貨主均不願意將貨物滯留倉庫內以多付倉租而增加成本，故在貨物進倉後絕大部份都在第一期內提貨，頂多拖延至第二期，很少超過

第二期的。爲開源計，第一要提高費率之基準，第二要取消五天免租期，但是這兩種措施都必須修改港埠業務費率，關係政府經濟政策，尤其是貿易的補貼政策以及市場狀況，恐非易事。

2.節流：主要係取之於企業內部管理與控制問題，執行較爲容易亦較能發揮成效，爲本文探討之重點，其方法分述如下：

(1)減少人事費：

(a)減少各庫倉庫工之編制：
倉庫工每日之工作量每人約爲68.3噸，而高雄港裝卸效率表規定每人每小時最低爲30噸，依據下表之計算後，現今庫工12位如能減少3.36人，則全年人事費用可減少1,223,866元。

每人每日平均實際工作量	高港裝卸效率表規定進倉貨物最低標準	每人每日平均實際作業時間	因理貨、分唛歸堆工作時間加倍計算	每日扣除1小時用餐時間，實際可作業時間7小時與實際作業時間之百分比	空閒時間佔可實際作業時間之百分比	扣除20%的不可抗力彈性時間，每人每日實際空閒時間佔作業時間%	全倉庫庫工12人減除28%的空閒，可節省人工	可節省全年人事費用（採平均數）
(1)	(2)	$(1) \div (2) = (3)$	$(3) \times 2 = (4)$	$(4) \div 7 \text{時} = (5)$	$100\% - 65\% = (6)$	$35\% \times 80\% = (7)$	$12 \text{人} \times (7) = 8$	$4,370,950 \text{元} \times (7) = (9)$
68.3噸	30+噸	2.28時	4.56時	65%	35%	28%	3.36人	1,223,866

(b)減少管理人員：棧五庫現配置三位員級人員管理庫務其中二位分兩班輪流另外一位平時上一班遇到上述二位中有人輪休時則代班。如果代班能由庫工業務士代理可減少一位員級人員，全年可減少約504,093元。

經由(a)及(b)之計算共可減少人事費用1,727,959元(1,223,866+504,093)，佔全部現今人事費用之29.3%，約達三分之一弱。

(2)倉庫合併：譬如露置場與倉庫合為一單位，出口貨倉庫與進口貨倉庫合併為一單位，數小倉庫合併為一單位，其優點有：

(a)減少人員配置節省人事成本。

(b)減少倉間辦公室之設置、修繕及其他費用之支出。

(c)減少輪調時新到人員互爭到出口貨倉庫工作之困擾，因為出口貨倉庫工作單純，夜間工作較少。

(d)人員可視工作多寡彈性調配，工作支援較彈性。

(3)庫區合併：可以減低因為進口卸船貨物必須進儲二間倉庫以上時，卻因倉庫

隸屬不同庫區所產生之困擾。

(4)倉庫工作人員改為一班制：因為下午六時以後以及星期例假日，須要付海關監視費才能進出倉，且十六時以後港務局須計收第二加成費用故進口貨之出倉或者出口貨之進倉呈現單向作業，雙向作業百分比偏低。根據抽樣調查，棧四、棧五庫十六時以後有作業者僅30%，而其中尚包括十八時以後即完工無工作的情況在內，因此人力及水電資源之浪費為數可觀。因此若能改為一班制不但可節省一半人力也可節省一半之人事費用。但因為原來第二班仍有工作要作必須延長加班，故節省之人事費用必須扣除加班費，另外為符合勞基法規定每日不得延長工作四小時之限制。其加班費之計算如下：

(a)改為一班制後，全庫員工每小時之人事成本：

$$3,653,480 \text{ (原二班制薪俸)} \div 2 \div 8 \text{ 小時} \div 365 \text{ 天} = 626 \text{ 元/小時}$$

(b)加班費頭二小時加基數 $1 \div 3$ ，
每小時加班費：
 $626 \times (1 + 1/3) = 835 \text{元/小時}$

(c)加班費超過二小時增加基數 $2/3$
，每小時加班費：
 $626 \times (1 + 2/3) = 1,043 \text{元/小時}$

(d)加班4小時之加班費用：
 $(835 + 1,043) \div 2 \times 4 = 3,756 \text{元}$

(e)全年加班費用：
 $3756 \times (365 - 50) \times 42.5\% =$
 $502,835 \text{元}$

(每平均50天星期例假日不用加班
，而在其餘工作天中據抽樣調查
棧五庫僅42.5%須加班)

(f)全年可節省人事成本，如不包
含員工退休金在內：
全年度薪俸加獎金原來合計 5,883,231元，改為一班制後員工減半，故費用節省 $5,883,231 \div 2 = 2,941,615 \text{元}$ ，再扣除全年加班費 502,835元

，實際上可節省 $2,941,615 \text{元} - 502,835 \text{元} = 2,378,780 \text{元}$ ，幾乎達原來人事費用之40%。

四、結語

企業之盈虧並非企業業主或事業機關領導人員之全責，為了使企業具有競爭能力，就必須致力於降低成本。因此員工上下大家應該具備該花則花，該省則省之成本觀念。倉儲之營運，依據蒐集之樣本資料統計計算結果呈現巨幅虧損，若能減少人員、合併倉間並實行一班制作業，不但可降低虧損之狀況，甚且可能會轉虧為盈。（資料來源：高雄港務局莊朝枝先生）

淺談高雄港貨櫃碼頭裝卸作業效率指標

港研所副研究員 單誠基

一、前言：

本組最近完成「高雄港貨物裝卸作業指標調查研究」，該研究將貨物種類分為貨櫃、

雜貨、原木、穀物等四大項，原本調查期間為十個月。本文以一年為單位，因此另加二個月貨櫃資料，加以整理而與原先貨櫃部份併成一整年（79年9月至80年8月）。如此以年

為單位，可全盤了解港埠作業在年度內受季節性變化，春節例假日、颱風、地震與停電等外在因素改變時對作業效率之影響，以便重新檢討高雄港貨櫃碼頭裝卸作業效率。（本文裝卸單位是折合20呎貨櫃，亦即國際上通常採用的TEU）。

二、裝卸量指標：

高雄港貨櫃吞吐量在世界排名第三，僅次和新加坡香港，而其中美商APL公司承租68及69號碼頭和SEALAND公司承租108及109號碼頭佔整個高雄港貨櫃裝卸量的44.4%，真可說是舉足輕重。公用碼頭有40、41、43、63和64號等五座裝卸量只佔11.1%。長榮公司租用116號碼頭佔12.6%。陽明公司租用70號碼頭佔5.5%，其餘參考圖1，表1。

三、CPI和吊桿毛裝卸作業效率指標：

裝卸作業效率指標以CPI值和吊桿毛裝卸作業效率為代表。CPI值是裝卸量/裝卸作業時間，也就是船靠妥碼頭後，裝卸作業開始，使用吊桿數由船公司決定，直到作業完成。APL的69號碼

頭一年平均值是124.62TEU/時，SEALAND的119號碼頭是61.37TEU/時，大幅領先長榮和陽明的64TEU/時和60.49TEU/時，其餘參考表3。

吊桿毛裝卸效率是每付吊桿在總作業時間之作業量。每付吊桿作業時間總和包括開關艙蓋，貨櫃固定、起重機移動、起重機故障調整、停電、工人用膳及休息和船方延誤（等車、等櫃）延誤中時間。APL的69號碼頭是47.3TEU/時，SEALAND的119號碼頭是40.3TEU/時，長榮的116號碼頭是31.9TEU/時，陽明的70號碼頭是19.5TEU/時。其餘參考表4。

四、裝卸作業時間與停靠碼頭時間比：

裝卸作業時間與停靠碼頭時間比代表碼頭準備裝卸作業是否充足即港埠及其附屬單位作業是否配分良好，船靠妥碼頭後理應開始裝卸作業，一些原因使作業無法展開；同樣裝卸作業結束，船因事擔誤無法立即起航。APL的69號碼頭是92.6，SEALAND的119號碼頭是92.0，長榮的116號碼頭是91.7，陽明的70號碼頭是91.6。其餘參考表5。

五、檢討與結論：

1. 本研究中貨櫃裝卸量與港務局公佈裝卸量，表 1，有些微出入。一般情形是量較小，一年總和相差二萬餘 TEU。細探討原因是本研究未能考慮全貨櫃船裝卸時翻艙 TEU 數為主因；還有雜貨船卸下空櫃也未考慮；再其次外銷遊艇折合 TEU 數也未包括。
2. 在表 1、表 2、表 3、表 5 中有「其他碼頭」也就是半貨櫃船或船公司與港務局簽有優先靠泊辦法，靠泊在非貨櫃碼頭。如琉球線飛龍二號半貨櫃船有貨櫃、雜貨，每月多次停靠不同碼頭；寶威代理 Barber blue sea 的 Ro-Ro 船優先靠泊 53 號碼頭等（寶威公司已於今年四月停止優先靠泊申請。）
3. 出租的貨櫃碼頭空檔時港務局也安排公用貨櫃船靠泊裝卸貨櫃。除了轉口櫃外都是採用船邊提貨方式，這類船可能影響該碼頭裝卸作業效率。
4. APL 靠泊 69 號碼頭的船平均裝卸 2534 TEU，裝卸時常有四座起重機同時作業壯觀場面，效率驚人。其次 68 號碼頭的 1589 TEU，再其次是 SEALAND 的 119 號碼頭的 1392 TEU，都採用三座起重機作業。
5. APL 和 SEALAND 裝效作業效率為何如此傲人？主要原因是績效獎金鼓勵吊車司機盡快工作，碼頭協調工作積極。作業頻繁，吊車故障也會頻繁，所以維修部門日夜工作功不可沒。不同於公用碼頭起重機夜間故障找不到人修理。
6. 內陸貨櫃運輸開放後，APL，SEALAND 裝卸能力如虎添翼，在高雄港貨櫃裝卸佔有率會更高。
7. 港務局棧埠處提供「高雄港全貨櫃船裝卸紀錄撮綜與效能檢討表」，是棧埠處管理員收集理貨員填寫貨櫃裝卸報表，重點在貨櫃數量點收，至於其他資料來自船公司。船公司報表是否詳細影響檢討表品質。
8. 吊桿淨裝卸效率是裝卸量／裝卸時間減去開關艙蓋等延

誤中時間。研究中發現延誤中時間以船方延誤（等車、櫃）、起重機故障為主要因素。裝卸效率要提昇就要減少延誤中時間。起重機老舊

容易故障就要更新、或起重機駕駛員負責部份保養工作。等車等櫃是頭管理工作上最待加強的一環。

圖1.承租高雄港貨櫃碼頭航商裝卸量比較圖

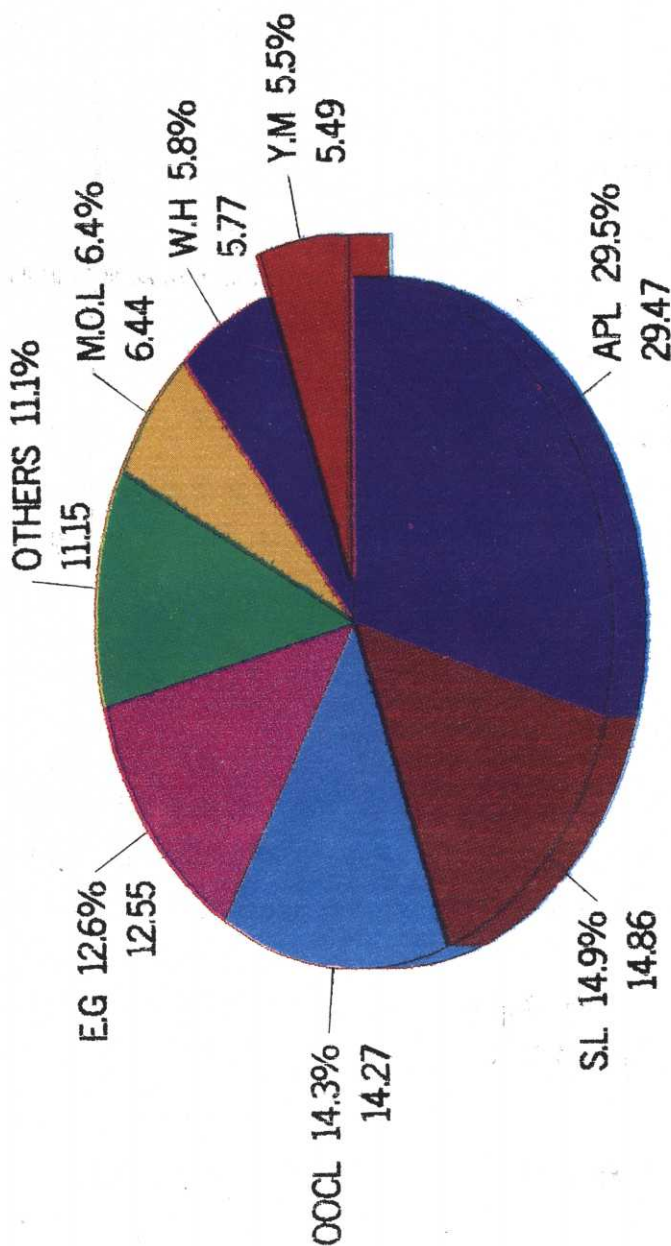


表1

高雄港各貨櫃碼頭裝卸統計表(79年9月~80年8月)

單位: TEU

船務 月份	40	41	42	43	63	64	65	66	68	69	70	116	117	118	119	其 他	總 計	港務局總計
九	4917	3940	18651	6906	10638	13472	22907	22256	35370	45543	11148	37517	18220		38198	1002	291045	294283
十	5208	4755	18139	3511	11456	10026	23839	16730	40195	55317	11761	41649	17949	8762	23865	1157	294319	294533
十一	6034	3453	17972	3963	12041	14383	20750	18817	34578	47873	9979	39627	18120	4763	39738	1012	293103	292129
十二	5145	4378	19579	4522	11465	14419	21513	20690	38797	54995	17652	42090	19403	12067	32143	2028	320866	322051
一	6083	4136	14836	3582	9828	14518	20594	23319	38604	54056	19753	39116	21447	10856	30005	1056	311789	311593
二	4382	4027	15006	4198	9614	10280	17647	19019	29783	46837	16405	32095	16088	10818	21859	1021	259079	258971
三	4799	5432	17780	3477	10724	9716	22363	27712	30295	57033	21549	42508	23166	22981	21814	1323	322672	322619
四	5202	4585	17045	3375	8302	7727	23333	22094	35909	57925	16759	37539	18830	17711	31709	1133	309278	300483
五	7577	4357	18219	1951	8425	8310	23928	19777	38397	61642	23100	36829	21787	23427	31157	609	329492	343339
六	4342	5363	21051	3095	8302	6455	17891	30115	26372	57799	18897	39796	20498	26106	32325	1293	319700	283153
七	4793	4972	17963	3985	7438	5793	16535	32267	46946	66111	17742	37432	21125	24828	32902	931	341763	387125
八	6617	3870	19449	4342	4678	8584	22320	24271	33743	63859	19831	41239	23125	24153	31681	1102	332914	333496
總計	65,099	53,266	215,140	46,907	112,911	123,683	253,620	278,067	428,989	668,950	204,576	467,437	229,858	186,472	367,396	13,667	3,726,040	3,753,775

*資料來源:台灣交通統計月報表

表2

高雄港全貨櫃輪到港船舶數和每船TEU數統計表(79年9月~80年8月)

單位：艘

船名 月份	40	41	42	43	63	64	65	66	68	69	70	116	117	118	119	其他	總計
六	26	21	33	37	30	21	23	34	17	18	23	23	46	0	29	17	410
七	28	23	37	27	40	16	23	35	23	20	23	46	31	10	21	11	414
三	31	22	44	26	37	17	23	34	17	20	14	48	34	5	37	13	422
五	24	24	37	26	36	21	28	33	21	19	26	47	36	13	24	13	428
一	32	23	35	23	29	23	29	36	25	21	24	47	36	14	23	10	430
二	21	19	30	25	32	18	19	30	17	18	17	35	26	12	17	9	345
三	22	27	36	24	34	15	24	35	21	23	28	49	31	21	17	10	417
四	21	20	34	18	22	25	25	31	28	22	21	46	31	17	19	8	388
五	28	18	38	19	30	24	27	30	26	27	20	44	37	19	18	7	412
六	20	22	42	25	31	16	25	33	22	24	20	44	35	24	18	9	410
七	22	18	41	21	26	21	24	36	30	24	21	41	37	18	22	8	410
八	23	19	40	22	19	25	25	30	23	28	21	43	36	20	19	5	386
總計	298	286	447	293	366	242	295	397	270	264	258	536	405	173	264	120	4884
經營者	公用	公用	萬海	公用	公用	公用	中航	中航	APL	APL	陽明	長榮	WOL	SEALAND	SEALAND	公用	
TEU/艘	218.5	208.1	481.3	160.0	308.5	511.1	859.7	700.4	1588.8	2533.9	792.9	872.1	592.2	1077.9	1391.7	113.9	

表3

高雄港各貨櫃碼頭CPI值統計分析表

單位：TEU/小時

船務 月份	40	41	42	43	63	64	65	66	68	69	70	116	117	118	119	其 他
一	11.35	11.84	45.36	16.13	18.43	30.69	52.98	62.56	86.39	140.80	29.87	75.17	50.49	0	112.07	9.65
二	14.05	15.42	42.59	11.93	24.41	32.90	53.64	51.24	93.29	141.13	39.02	64.20	57.92	75.90	91.50	121.4
三	16.46	15.06	45.26	13.65	22.33	34.38	53.70	51.07	93.88	142.86	42.55	64.49	52.11	92.24	91.19	11.39
四	13.72	14.35	50.68	17.32	28.81	38.57	58.44	56.16	102.29	106.81	40.29	64.72	56.74	67.94	75.82	16.68
五	18.30	13.67	48.99	13.50	23.42	36.78	53.93	53.46	78.73	124.83	31.41	72.13	54.42	65.12	112.96	8.41
六	14.50	15.82	54.71	13.47	24.17	37.24	51.21	54.11	73.95	92.66	43.83	56.67	52.23	68.70	98.52	15.88
七	14.42	15.02	50.63	12.77	22.60	43.59	62.72	56.07	76.00	159.53	47.82	57.69	63.07	73.42	91.25	15.32
八	16.52	12.62	56.75	13.61	20.13	22.39	55.91	51.43	65.56	121.81	47.52	56.43	51.63	71.19	102.33	15.46
九	15.21	14.28	51.94	12.47	22.76	21.93	59.40	53.52	73.68	92.01	44.73	65.61	55.57	90.83	77.78	12.53
十	13.99	15.34	53.07	10.79	21.64	28.07	42.54	62.39	61.71	127.69	38.93	65.54	61.48	61.08	81.02	19.67
十一	11.55	13.58	50.74	13.98	17.08	18.97	39.85	57.52	75.96	109.61	40.50	61.51	53.41	63.60	81.87	8.08
十二	13.21	11.74	53.59	11.89	14.34	19.48	57.86	56.31	82.67	135.70	44.78	63.96	59.10	55.15	80.49	20.99
平均	14.44	14.06	50.36	12.29	21.68	30.42	53.52	55.49	80.34	124.62	40.94	64.01	55.69	71.38	91.37	13.85

註：CPI＝裝卸量／裝卸作業時間

表4 高雄港各貨櫃碼頭吊桿毛裝卸效率分析表

單位：TEU/小時

船務 月份	40	41	42	43	63	64	65	66	68	69	70	116	117	118	119
一	11.3	9.0	29.5	14.6	16.5	22.7	31.9	33.8	39.8	47.1	18.2	34.1	32.2		42.6
二	12.4	12.3	27.2	11.9	18.2	23.6	32.4	28.9	42.0	48.3	19.5	33.4	34.1	40.5	42.0
三	15.4	14.6	30.9	13.7	20.1	24.3	32.5	30.4	45.1	55.7	18.3	33.1	36.1	43.2	42.7
四	12.3	14.3	30.4	17.4	21.2	24.8	30.8	28.1	45.6	52.9	20.4	31.3	34.8	38.9	42.6
五	18.3	13.7	30.5	14.3	19.4	23.6	31.4	27.0	43.1	50.2	20.0	33.2	31.9	40.9	41.5
六	13.5	12.5	33.2	13.5	19.0	25.1	30.7	29.9	44.0	47.0	20.6	30.5	34.4	34.8	43.9
七	14.3	15.1	31.3	12.7	18.2	28.9	32.3	28.9	43.3	49.4	20.2	29.4	35.4	43.8	38.5
八	16.1	10.7	55.5	13.4	16.4	17.3	27.9	28.1	41.3	43.9	20.5	30.2	30.0	36.3	41.3
九	14.6	11.5	50.4	12.4	18.3	16.3	30.0	27.7	41.1	42.9	20.4	31.4	34.0	37.0	40.5
十	13.2	12.5	46.6	11.7	17.5	18.6	27.6	28.3	35.9	45.1	19.0	32.0	34.4	31.8	35.9
十一	12.1	12.3	43.5	14.0	15.7	15.3	26.1	28.2	36.0	42.2	17.3	32.4	35.8	35.5	37.0
十二	14.0	11.9	31.5	11.0	13.1	15.6	27.7	27.3	36.5	43.4	19.5	31.9	35.4	30.0	34.9
平均	13.96	12.5	36.7	13.4	17.8	21.3	30.1	28.9	41.1	47.3	19.5	31.9	34.09	37.5	40.3

註：毛裝卸效率＝裝卸量／全吊桿裝卸時間總合。

國內土木水利工程界預定舉辦活動

名 稱	時 間	地 點	主 辦 單 位	聯 絡 方 式
第六屆水利工程研討會	81年07月10日 至 81年07月11日	新竹市交通大學 國際會議廳	主：國立交通大學土木工程系 中國土木水利工程學會 國科會工程科技推廣中心 協：經濟部水資會 工研院能資所	楊錦懷教授 3625920 新竹市交通大學土木工程學系(水資源工程委員會)
第六屆路面工程研討會	81年09月08日 至 81年09月09日	台北市劍潭海外青年 活動中心	主：臺灣大學土木工程學系 協：國科會 教育部 中國土木水利工程學會	周家禧教授 3625920-302 台北市台灣大學土木系
第一屆結構工程研討會	81年11月06日 至 81年11月08日	南投縣溪頭台大實驗林餐廳 旅社	主：中國土木水利工程學會 中華民國結構工程學會 臺灣大學土木工程學系 協：榮工處、中鼎工程、 中華顧問、中興顧問	陳振川教授 3637408 台北市台灣大學土木系 (學術活動委員會)
第十四屆海洋工程研討會	81年11月06日 至 81年11月07日	新竹市交通大學	主：中國土木水利工程學會 交通大學土木工程學系 協：工研院能資所	郭一羽教授 3637408交通大學土木系 (海洋工程委員會)
第三屆環太平洋地區 水射流技術國際會議 (WATER JET TECHNOLOGY)	81年11月30日 至 81年12月02日	台南市成功大學 國際會議廳	主：國立成功大學 日本水射流學會 核能研究所 協：國科會 中國土木水利工程學會 國際水射流學會等	陳振川教授 3637408 台北市臺灣大學土木系 (學術活動委員會)
中華民國第十六屆力學會議	81年12月18日 至 81年12月19日	基隆市海洋大學 行政大樓國際會議廳	中華民國力學學會 國立海洋大學	趙玉星主任 4622192-532 船舶機械工程系

表5

高雄港各貨櫃碼頭裝卸作業時與停靠碼頭時間比分析表 單位：%

船務 月份	40	41	42	43	63	64	65	66	68	69	70	116	117	118	119	其他
一	87.2	85.3	92.4	82.2	88.6	77.3	95.6	91.7	95.8	95.6	93.7	82.1	89.5		82.9	56.1
二	82.4	84.0	91.7	82.8	82.1	94.1	98.0	87.5	92.6	93.7	94.2	91.1	82.6	87.3	82.8	57.5
三	81.6	82.9	90.3	85.3	85.4	94.3	90.6	84.4	91.7	90.4	89.0	91.0	85.8	83.1	94.9	41.8
四	88.9	85.7	92.6	80.6	82.7	91.8	92.4	85.6	91.0	93.2	90.2	92.8	88.3	83.3	93.9	64.9
五	81.5	87.6	90.9	82.9	79.2	90.7	89.7	84.9	88.5	90.1	91.2	94.1	92.4	92.4	92.9	62.4
六	88.1	62.5	90.3	89.1	83.4	92.2	93.5	89.2	92.2	95.1	92.3	90.3	90.8	90.8	92.1	40.5
七	85.0	86.7	91.9	82.3	81.8	89.7	91.5	91.0	90.2	93.7	88.6	94.9	94.2	87.5	91.9	76.0
八	87.7	89.5	91.5	80.7	88.7	83.7	93.1	92.3	90.8	91.2	92.6	99.0	94.5	96.2	96.6	30.2
九	94.3	88.0	87.3	81.8	83.5	82.8	85.6	90.1	91.9	94.3	93.7	94.8	91.3	91.1	97.0	44.6
十	85.5	85.2	82.8	84.1	81.7	80.1	92.6	91.7	86.0	90.2	93.1	89.8	88.3	91.8	94.9	28.3
十一	86.4	86.4	70.04	83.3	86.8	84.9	93.5	93.5	91.0	94.5	92.4	88.5	89.1	92.6	93.0	43.0
十二	92.8	86.2	75.8	90.5	89.2	82.9	93.5	91.7	89.9	89.0	88.2	92.2	86.9	93.6	92.1	74.5
平均	86.8	77.5	87.3	83.7	84.4	87.0	92.5	89.5	91.0	92.6	91.6	91.7	89.5	90.0	92.0	52.0